

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



FEUP

Integração de Sistemas de Gestão Técnica e de Gestão da Manutenção

Carlos Emanuel Costa Ferraz de Almeida

VERSÃO FINAL

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Automação

Orientador: Prof. Dr. José António Rodrigues Pereira de Faria

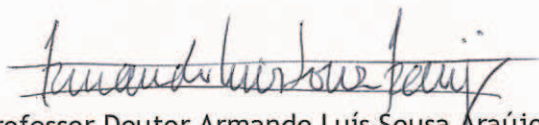
Fevereiro de 2010

A Dissertação intitulada

“INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO TÉCNICA E DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO”

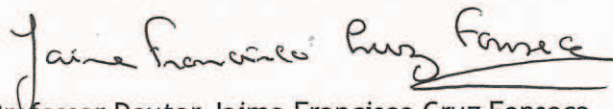
foi aprovada em provas realizadas em 17/Fevereiro/2010

o júri



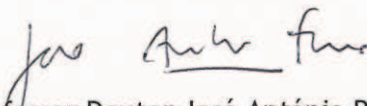
Presidente Professor Doutor Armando Luís Sousa Araújo

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores da
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Professor Doutor Jaime Francisco Cruz Fonseca

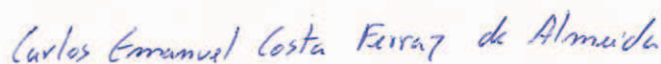
Professor Associado do Departamento de Electrónica Industrial da Universidade do Minho



Professor Doutor José António Rodrigues Pereira de Faria

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Industrial e Gestão da
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

O autor declara que a presente dissertação (ou relatório de projecto) é da sua exclusiva autoria e foi escrita sem qualquer apoio externo não explicitamente autorizado. Os resultados, ideias, parágrafos, ou outros extractos tomados de ou inspirados em trabalhos de outros autores, e demais referências bibliográficas usadas, são correctamente citados.



AUTOR: CARLOS EMANUEL COSTA FERRAZ DE ALMEIDA

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Resumo

A crescente preocupação das empresas e organizações com a gestão técnica dos edifícios, com vista à redução de custos de funcionamento e do impacto ambiental, faz com que seja necessário ter um maior controlo e supervisão dos equipamentos que proporcionam o conforto e segurança dos utentes das instalações. A gestão técnica dos edifícios assenta em 2 subsistemas principais: o sistema de gestão técnica centralizada e o sistema de gestão da manutenção cuja integração entre si é, habitualmente, muito reduzida.

Este projecto teve por objectivo desenvolver ferramentas de integração para os dois sistemas aumentando assim a eficiência e eficácia dos mesmos. Sendo que a motivação imediata deste projecto proveio do facto da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, estar actualmente num processo de substituição do sistema de gestão técnica e consolidação do sistema de gestão da manutenção.

A integração destes dois sistemas será realizada a 3 níveis: dados técnicos, funcional e gestão.

A nível dos dados técnicos será realizada uma análise aos equipamentos e aos tipos de ligações dos mesmos com a gestão técnica, com base nesta análise será especificada uma estrutura normalizada para base de dados que irá servir os dois sistemas, serão apresentadas folhas de levantamento baseadas no modelo de dados e especificados os requisitos funcionais do sistema de informação através da descrição dos casos de uso, os quais serão complementados com o esboço das interfaces.

No nível referente à integração funcional será realizada uma apresentação do módulo de gestão de horários dos equipamentos controlados pela gestão técnica, com a análise dos requisitos, apresentação do modelo de dados, casos de uso e esboço de interface.

A nível da gestão irá ser integrado com o sistema de informação, os dados relativos à monitorização operacional dos equipamentos da gestão técnica. Irá ser realizada uma análise preliminar dos dados a exportar, uma breve apresentação da tecnologia dos *Webservices* e do “*Web Service Toolkit*” integrado no pacote do sistema de supervisão e controlo da gestão técnica. Por fim, será apresentada uma aplicação de teste, com fins demonstrativos, baseada nesta tecnologia.

Abstract

Companies devote an increasing attention to the management of their buildings and facilities, in order to reduce their operational costs and the environmental impacts. This requires a greater control over the technical equipment and infrastructures that provide comfort and safety to the users. The technical management of facilities is based on 2 major systems: the supervisory and control system and the maintenance management system and, very often, there isn't a significant integration between these two systems.

This project aimed at the specification and development of integration tools for these two systems in order to increase the efficiency of the facilities. Its direct motivation came from the fact that the Faculty of Engineering of the University of Porto is currently replacing its supervisory and control system at the same time that it is consolidating its maintenance management system.

The integration of these two systems will be performed at three levels: technical data, functional and management.

At the technical data level, the equipment and devices of the supervisory and control system will be analyzed, together with the physical connections between them, in order to develop the data model that will support the information system that will contain the technical data of the two systems. Also, record keeping sheets based on the data model will be presented, as well as the specification of the functional requirements for information system based on use cases, complemented with interfaces drafts.

At the functional integration level, the requirements analysis and specification of a module for the management of the schedules of the equipments controlled by supervisory and control system. As before, the specification includes the conceptual data model, the use cases and the interfaces drafts.

Finally, at the management level, the access to monitoring data (provided by the supervisory and control system) from external information system through an webservice interface will be addressed. A preliminary analysis of the data to be exported will be discussed, together with a preliminary test application that was developed in order to assess

the Web Service Toolkit provided with the software package of the supervisory control system.

Agradecimentos

Os mais sinceros agradecimentos ao Prof. Doutor José Faria pela paciência, confiança e apoio depositados em mim ao longo deste projecto. Aos engenheiros Hélder Marques e João Silva pela ajuda na resolução de alguns problemas que surgiram. Ao engenheiro Castilho pelas condições de trabalho que me proporcionou e ao pessoal da M de Máquina pelas dicas e momentos bem passados na empresa. Aos responsáveis dos STM por proporcionarem as condições de segurança necessárias à realização deste projecto e pelo tempo dispendido em várias reuniões.

O contributo destas pessoas foi fundamental para o sucesso deste projecto.

Um agradecimento especial à minha família e amigos pelo apoio, carinho e compreensão com que me brindaram ao longo da minha vida académica. À Joana Filipa que me ajudou a atravessar os momentos mais difíceis deste caminho. À minha mãe, que confiou cegamente em mim, me proporcionou as condições para realizar os meus sonhos e a quem eu devo tudo o que sou.

A todos: Muito obrigado.

Índice

Resumo	i
Abstract	iii
Agradecimentos	v
Índice	vii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xiii
Abreviaturas e Símbolos	xv
Capítulo 1	1
Introdução	1
1.1 - Enquadramento do problema	1
1.2 - Objectivos.....	2
1.3 - Estrutura do documento	4
1.4 - Metodologia.....	5
Capítulo 2	7
Integração a nível dos dados técnicos.....	7
2.1 - Arquitectura do SGTC actual.....	8
2.2 - Princípio de funcionamento dos equipamentos	9
2.2.1 - Circuito de Iluminação.....	9
2.2.2 - Ventilador	11
2.2.3 - Central Térmica	12
2.2.4 - Bombagem.....	14
2.3 - Análise dos tipos de ligações dos equipamentos.....	14
2.4 - Modelo de dados	17
2.5 - Inserção de novas entidades	24
2.6 - Folhas de levantamento	26
2.7 - Validação do modelo de dados	29
2.8 - Casos de uso	31
2.9 - Esboço da interface	39
Capítulo 3	45
Integração a nível funcional	45
3.1 - Requisitos	45
3.2 - Especificação da solução	46
3.3 - Modelo de dados	48
3.4 - Casos de uso	50
3.5 - Interfaces	51

3.6 - Prioridades.....	54
Capítulo 4.....	57
Integração a nível da gestão.....	57
4.1 - Análise preliminar de requisitos do sistema.....	57
4.2 - Soluções para integração de dados	57
4.3 - Apresentação do “Web Service Toolkit”	59
4.3.1 - Acesso aos dados	59
4.3.2 - Gestão de sessões	59
4.3.3 - Acesso aos dados em tempo real	60
4.3.4 - Acesso aos alarmes em tempo real.....	61
4.3.5 - Acesso aos dados históricos.....	62
4.4 - Implementação da aplicação de teste	62
4.4.1 - SCADA	63
4.4.2 - Aplicação Web	64
4.4.3 - Código da aplicação.....	65
Capítulo 5.....	67
Conclusão	67
Anexo A1.....	69
Entidades do modelo de dados	69
Anexo A2.....	73
Entidades do bloco variáveis dos controladores	73
Anexo A3.....	74
Folhas de levantamento	74
Anexo A4.....	76
Informação na base de dados.....	76
Anexo B1.....	78
Entidades do modelo de dados do módulo de gestão de horários	78
Anexo B2.....	80
Descrição textual dos casos de uso do módulo de gestão de horários	80
Referências.....	83

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Sistemas dos Serviços Técnicos e de Manutenção	2
Figura 1.2 - Níveis de integração do sistema.....	3
Figura 1.3 - Sistema de gestão técnica e sistema de gestão da manutenção	4
Figura 2.1 - Blocos de informação do SGT e SGM.....	7
Figura 2.2 - Arquitectura do SGTC actual, SIGINTE, [2]	8
Figura 2.3 - Esquema de funcionamento dos circuitos de iluminação.....	9
Figura 2.4 - Esquema de funcionamento dos ventiladores	11
Figura 2.5 - Esquema de funcionamento das centrais térmicas.....	12
Figura 2.6 - Esquema de funcionamento da bombagem.....	14
Figura 2.7 - Tipos de ligações entre equipamentos e controladores do SGTC	15
Figura 2.8 - Tipos de ligações existentes	16
Figura 2.9 - Entidades principais	19
Figura 2.10 - Relação E/S Equipamento - Borne Régua Controlador	19
Figura 2.11 - Relação E/S Equipamento - Relé.....	19
Figura 2.12 - Relação E/S Equipamento - Actuador	20
Figura 2.13 - Relação Actuador - Borne Régua Controlador	20
Figura 2.14 - Relação Actuador - Relé.....	20
Figura 2.15 - Relação Actuador - Borne Régua Equipamento	21
Figura 2.16 - Relação Actuador - Borne Régua Controlador	21
Figura 2.17 - Relação Borne Régua Equipamento - Relé.....	21
Figura 2.18 - Relação Borne Régua Equipamento - Borne Régua Controlador	21
Figura 2.19 - Relações utilizadas no tipo de ligação 6.	22

Figura 2.20 - Relação Equipamento serve Espaço	22
Figura 2.21 - Entidades do modelo de dados.....	23
Figura 2.22 - Aspecto das variáveis do tipo Word	24
Figura 2.23 - Esquema de compreensão das variáveis dos controladores	25
Figura 2.24 - Entidades e relações das variáveis presentes nos controladores	25
Figura 2.25 - Folha de levantamento da parte do controlador.....	26
Figura 2.26 - Folha de levantamento da parte de potência	26
Figura 2.27 - Importação dos dados para a base de dados.....	26
Figura 2.28 - Algoritmo do <i>script</i> para importação de informação para a base de dados	28
Figura 2.29 - Resultado da <i>query</i> à base de dados	30
Figura 2.30 - Pacotes de Casos de Uso	31
Figura 2.31 - Diagrama de casos de uso do pacote “Equipamento”	32
Figura 2.32 - Diagrama de casos de uso do pacote “Controlador”	33
Figura 2.33 - Diagrama de casos de uso do pacote “Quadro”	34
Figura 2.34 - Diagrama de casos de uso do pacote “Espaço”	35
Figura 2.35 - Diagrama de casos de uso do pacote “Variáveis Controladores”	36
Figura 2.36 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Consultar Equipamento”	39
Figura 2.37 - Esboço interface referente ao caso de uso: “Consultar E/S Equipamento”	40
Figura 2.38 - Esboço de interface referente à escolha de ligações do caso de uso: “Adicionar E/S Equipamento”	41
Figura 2.39 - Esboço de interface referente ao caso uso: “Adicionar E/S Equipamento”	42
Figura 2.40 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Adicionar Equipamento”	43
Figura 3.1 - Funcionamento do módulo de gestão de horários dos equipamentos.....	46
Figura 3.2 - Selecção por atributos.....	47
Figura 3.3 - Esquema em árvore e respectivas <i>queries</i>	47
Figura 3.4 - Entidades e relações copiados do modelo de dados dos dois sistemas	48
Figura 3.5 - Entidades e relações do módulo de gestão de horários de funcionamento dos equipamentos	49
Figura 3.6 - Constituição dos horários semanais	50
Figura 3.7 - Diagrama de casos de uso para o módulo de gestão de horários dos equipamentos	51

Figura 3.8 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Definir Calendário”	52
Figura 3.9 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Consultar Grupos”	53
Figura 3.10 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Atribuir Horário”	54
Figura 3.11 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Atribuir Horário”	55
Figura 3.12 - Esquema de atribuição de horários.....	55
Figura 4.1 - Posição dos <i>Webservices</i> na comunicação entre aplicações	58
Figura 4.2 - Princípio de funcionamento: Session Management, [7].....	60
Figura 4.3 - Princípio de funcionamento: Real Time Data, [7].	60
Figura 4.4 - Princípio de funcionamento: Subscription Real Time Data, [7].	61
Figura 4.5 - Princípio de funcionamento: Real Time Alarm, [7].	61
Figura 4.6 - Princípio de funcionamento: Historical Data, [7].....	62
Figura 4.7 - Princípio de funcionamento da aplicação de teste.....	63
Figura 4.8 - Interface da aplicação de teste do SCADA.....	64
Figura 4.9 - Aplicação Web com dados exportados do SCADA	65

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - E/S e Componentes identificados na análise aos circuitos de iluminação	10
Tabela 2.2 - E/S e Componentes identificados na análise aos ventiladores	12
Tabela 2.3 - Equipamentos identificados na análise à Central Térmica	13
Tabela 2.4 - E/S dos equipamentos identificados na análise à Central Térmica	13
Tabela 2.5 - Exemplos de tipos de ligações	17
Tabela 2.6 - Correspondência das tabelas com as entidades	27
Tabela 2.7 - Decomposição e distribuição dos dados	28
Tabela 2.8 - Valores teste para validação do modelo de dados.....	30
Tabela 2.9 - Caso de uso: Consultar Equipamento	37
Tabela 2.10 - Caso de uso: Consultar Detalhes E/S Equipamento	38

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas (ordenadas por ordem alfabética)

1:1	Relação 1 para 1
1:N	Relação 1 para n
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
E/S	Entrada/Saída
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
N:N	Relação n para n
SCADA	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
SGM	Sistema de Gestão da Manutenção
SGT	Sistema de Gestão Técnica
SGTC	Sistema de Gestão Técnica Centralizada
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
STM	Serviços Técnicos e de Manutenção
UDDI	<i>Universal Description, Discovery and Integration</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WSDL	<i>Web Service Definition Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

Lista de símbolos

Vac	Volts corrente alternada
Vdc	Volts corrente contínua

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo é apresentado o enquadramento do projecto, explicando a sua motivação e o contexto em que foi desenvolvido, os seus objectivos e metodologia utilizada.

1.1 - Enquadramento do problema

As empresas e organizações em geral dedicam uma atenção crescente à gestão dos seus edifícios e das respectivas infra-estruturas técnicas com o objectivo de reduzir os custos de funcionamento e impacto ambiental sem comprometer o conforto e a segurança dos utentes.

A nova legislação no âmbito da eficiência energética e da qualidade do ar interior dos edifícios, em particular o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios [1], veio reforçar esta tendência, uma vez que coloca um conjunto de novas exigências ao nível da gestão da energia e da gestão da manutenção das instalações.

A gestão técnica dos edifícios assenta em 2 subsistemas principais: o sistema de gestão técnica centralizada (SGTC), responsável pelo controlo e supervisão dos sistemas tecnológicos, nomeadamente dos subsistemas de iluminação, de ventilação e ar condicionado, de controlo de acessos, de emergência, etc., e o sistema de gestão da manutenção (SGM) das infra-estruturas e equipamentos técnicos, no âmbito do qual são planeadas, executadas e controladas as intervenções de manutenção preventivas, correctivas e de beneficiação das instalações.

Habitualmente, existe uma reduzida integração entre os dois sistemas. O SGT é tipicamente um sistema de controlo com elevado nível de automatização, enquanto o SGM gere operações executadas por técnicos. Existem, no entanto, múltiplos dados e informações que são comuns ou que podem ser partilhados pelos dois sistemas, nomeadamente o cadastro dos equipamentos e os dados operacionais, como por exemplo os tempos de funcionamento e os estados dos equipamentos. A não integração destes sistemas implica a duplicação de dados com os consequentes riscos de inconsistência e desperdício de recursos.

Este projecto teve por objectivo desenvolver ferramentas de integração para os sistemas de gestão técnica e sistemas de gestão da manutenção. A sua motivação imediata proveio do facto da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) estar actualmente num processo de certificação energética, de substituição do sistema de gestão técnica e de consolidação do sistema de gestão da manutenção. Tendo sido decidido que estes projectos seriam cuidados de forma articulada e explorando todas as sinergias entre si.

Na FEUP, a responsabilidade pela manutenção das infra-estruturas técnicas compete à Unidade de Equipamentos e Sistemas dos Serviços Técnicos e de Manutenção (STM), cujo organigrama está representado na figura 1.1.

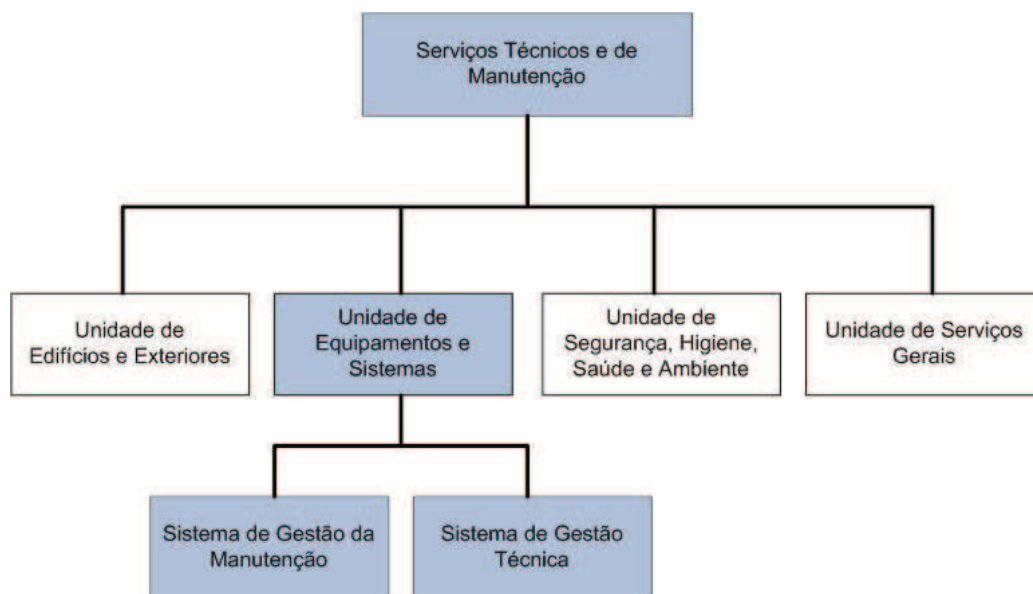


Figura 1.1 - Sistemas dos Serviços Técnicos e de Manutenção

1.2 - Objectivos

Conforme mencionado no ponto anterior, o objectivo central deste projecto consistiu no desenvolvimento de ferramentas de integração entre os sistemas de gestão técnica e sistemas de gestão da manutenção.

Uma primeira análise do problema revelou que essa integração poderia ser estruturada segundo os 3 níveis esquematizados na figura 1.2.

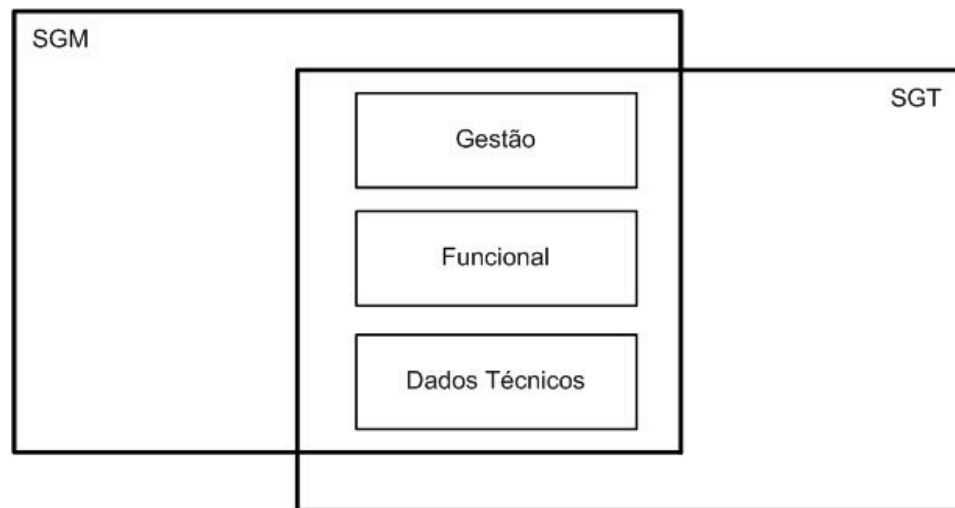


Figura 1.2 - Níveis de integração do sistema

No primeiro nível trata-se da integração dos dados técnicos sobre os equipamentos e infra-estruturas cuja manutenção é gerida pelo SGM e que, simultaneamente, são controlados pelo SGT. Ao longo deste documento, estes dados serão designados por dados técnicos de base.

A figura 1.3 apresenta uma perspectiva dos dois sistemas e dos respectivos domínios de informação. Da parte do SGM trata-se da base de dados contendo cadastro dos equipamentos (tipo, modelo, fabricante, etc...) e as informações relativas à gestão de operações de manutenção (fichas técnicas, planos e registos de manutenção, entre outros). Por seu lado o SGT possui dados provenientes da monitorização operacional, a lista dos equipamentos e ainda informação sobre a infra-estrutura do próprio SGT, isto é, sobre os dispositivos que os constituem (controladores, actuadores, sensores) e as ligações entre si. Normalmente a informação sobre a estrutura do SGT está disponível apenas em papel, ou em folhas de cálculo. Neste projecto foi decidido que estes dados também seriam incluídos na base de dados, o que abre novas perspectivas em termos da gestão dos equipamentos e das infra-estruturas.

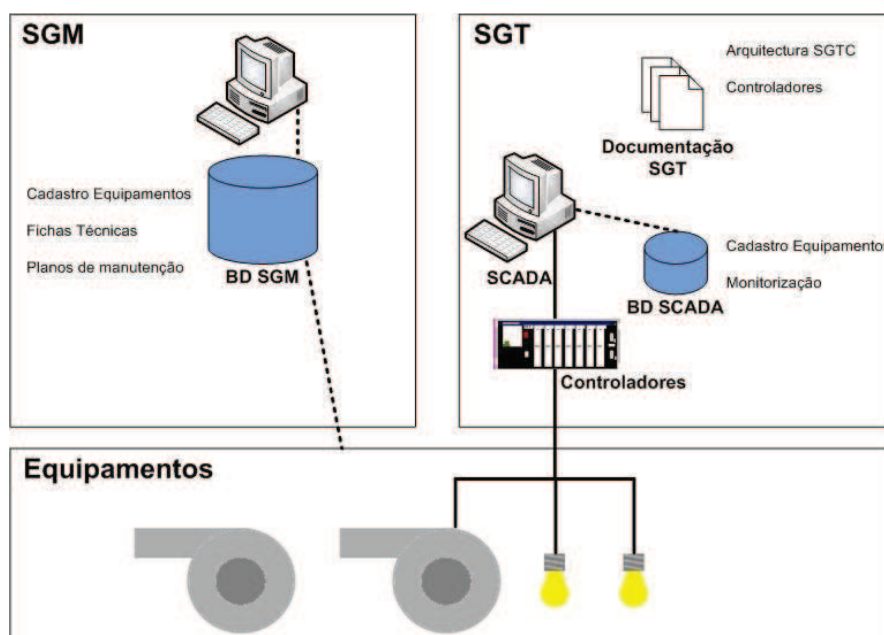


Figura 1.3 - Sistema de gestão técnica e sistema de gestão da manutenção

No segundo nível, trata-se da integração funcional dos dois sistemas com destaque para o módulo de definição dos horários dos equipamentos controlados pelo SGTC. No caso da FEUP, a definição de horários é um problema complexo dado o elevado número de equipamentos de terreno a controlar. Muitos desses equipamentos, em condições normais, partilham os mesmos horários de base mas, em situações especiais, um conjunto de equipamentos dum determinado edifício ou de uma dada família podem ficar sujeitos a horários especiais.

Em particular, a solução implementada deverá permitir uma atribuição de horários consoante a época, aulas ou férias, inverno ou verão, de maneira a que seja possível a poupança energética aliada ao conforto dos utentes.

No terceiro nível a integração incide sobre os dados operacionais recolhidos pelo sistema de supervisão e controlo que sejam relevantes para sistemas de informação externos, como por exemplo tempos de funcionamento e avarias podem ser úteis para SGM, enquanto os consumos de energia e temperatura dos pisos podem ser úteis para o sistema de gestão da FEUP.

Através destes três níveis pretende-se estabelecer uma ponte entre os dois sistemas, permitindo poupar recursos, garantir a fiabilidade e aumentar a qualidade.

1.3 - Estrutura do documento

A presente dissertação está organizada em 5 capítulos.

O capítulo 1 descreve o enquadramento e os objectivos da dissertação e apresenta a metodologia utilizada ao longo do projecto. Os capítulos seguintes são dedicados às ferramentas desenvolvidas para cada um dos níveis de integração identificados.

O capítulo 2, incide sobre a integração ao nível dos dados técnicos, e descreve todas as acções desenvolvidas na análise e especificação das ferramentas relativas a este nível de integração, desde a análise do funcionamento dos equipamentos, análise dos tipos de ligações entre os equipamentos e a gestão técnica, estruturação e validação do modelo de dados e folhas de levantamento e finalmente a especificação dos requisitos funcionais através da descrição dos casos de uso e esboço da interface.

O capítulo 3 apresenta a integração a nível funcional, com a análise de requisitos e especificação de um módulo de gestão dos horários de funcionamento dos equipamentos controlados pelo SGTC, baseado numa interface Web. É apresentado o modelo de dados onde irá assentar o módulo e especificação dos requisitos funcionais com o mesmo método utilizado no capítulo 2 e devido a ser um módulo sujeito a várias redundâncias são apresentadas as prioridades na atribuição dos horários.

O capítulo 4 é dedicado à gestão dos equipamentos, através da monitorização operacional, com especificação e implementação de uma aplicação para integração de dados com aplicações exteriores baseada em *webservices*.

Finalmente no capítulo 5 são apresentadas as conclusões da dissertação.

1.4 - Metodologia

Os 3 níveis de integração identificados anteriormente foram tratados de forma sequencial.

Numa primeira fase foi feita uma análise da instalação que conduziu ao modelo de dados, nesta fase foi efectuado um levantamento dos equipamentos com os respectivos caminhos das ligações. Para esse levantamento foi seleccionado um edifício e realizado um estudo profundo ao mesmo, o que permitiu validar o modelo de dados e especificar o script para importação de dados, directamente, das folhas de levantamento para a base de dados. Foram especificados os requisitos funcionais do sistema de informação, que irá servir os dois sistemas, com base na descrição textual dos casos de uso complementados com o esboço de interface.

Na segunda fase foi abordado o módulo de gestão de horários dos equipamentos do SGTC que permite definir para as várias famílias de equipamentos e locais físicos de instalação os respectivos horários. Também neste caso foi especificado o modelo de dados que servirá de base ao módulo assim como os requisitos funcionais do sistema.

Na terceira fase foram avaliadas as tecnologias para o acesso remoto aos dados de monitorização operacional, realizado um levantamento preliminar dos requisitos dos dados a enviar para o exterior e desenvolvida uma pequena aplicação, com fins demonstrativos, baseada em *webservices*.

Capítulo 2

Integração a nível dos dados técnicos

Este capítulo teve por objectivo o desenvolvimento dum modelo de dados que irá conter a informação necessária aos SGM e SGT. Um aspecto importante foi a inclusão de toda a informação do SGT. Para atingir este objectivo começou por se realizar uma análise à arquitectura do SGTC actual, ao princípio de funcionamento dos equipamentos e dos tipos de ligações entre os próprios equipamentos e o SGTC. Os pontos deste capítulo descrevem todas as etapas realizadas.

Conforme visto anteriormente, existe um total de 3 domínios de informação, nos dois sistemas. Esses 3 domínios de informação são apresentados na figura 2.1, é com base nesta figura que é possível ter uma noção da informação a ser integrada.

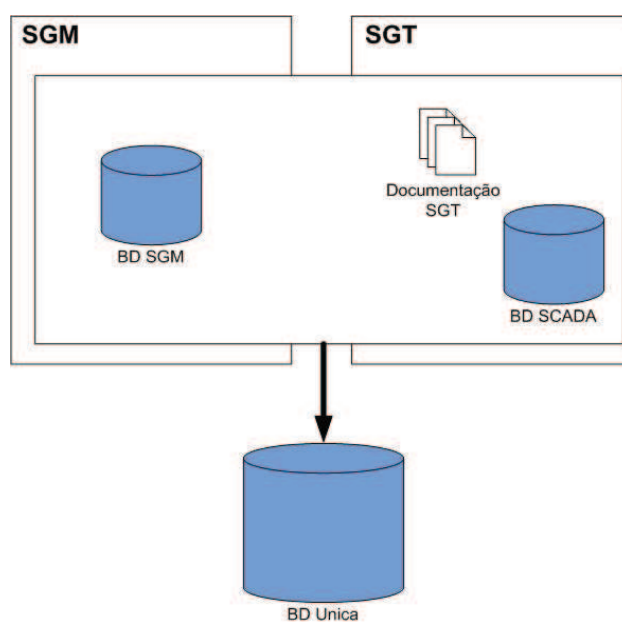


Figura 2.1 - Blocos de informação do SGT e SGM

2.1 - Arquitectura do SGTC actual

A análise da arquitectura do sistema actual é importante na medida em que a mesma irá fornecer informação sobre o funcionamento do sistema. Apesar do seu desaparecimento, no futuro, a análise à arquitectura do sistema actual não pode ser ignorada, isto porque os requisitos do sistema actual têm de ser mantidos e também porque a mesma irá servir de base à implementação do novo SGTC.

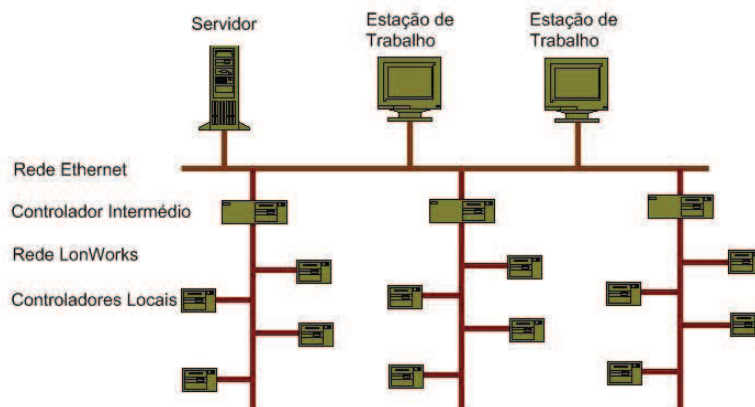


Figura 2.2 - Arquitectura do SGTC actual, SIGINTE, [2]

O sistema é constituído por:

1. Estações de trabalho (PC)

Uma estação de trabalho é um controlador de alto nível baseado em PC. A ligação entre controladores deste nível é efectuada através duma rede Ethernet.

Pode exercer uma ou todas as funções:

- Servidor da base de dados relacional
- Siginte/S21servidor (gestor horários, de alarmes, de erros e actividades)
- Siginte/S21estação de programação
- Siginte/S21estação de supervisão

2. Controlador Intermédio (PC)

O controlador intermédio é uma estação de trabalho especial, que faz a ponte entre os controladores Ethernet e os controladores locais. É responsável pelo seu total controlo e executa funções de gateway de comunicações entre a rede Ethernet e Lontalk.

É responsável pelas seguintes funções:

- Gestor de redes LonWorks - detecta controladores locais offline
- Gestor de históricos - armazena dados históricos das suas redes LonWorks
- Gestor de horários - distribuição de horários semanal para os controladores locais
- Protocolos de comunicações com terceiros

3. Controladores locais (DDC)

Um controlador local é um controlador de baixo nível, que se limita a executar programas de controlo, a monitorizar as variáveis nele definidas e a responder a solicitações do controlador master. A ligação dos controladores deste nível com os de nível superior é efectuada através duma rede LonTalk. Se não existir rede, o controlador local continua a executar a sua programação sem qualquer problema [2].

2.2 - Princípio de funcionamento dos equipamentos

Neste ponto é apresentado o princípio de funcionamento dos subsistemas de equipamentos mais importantes. São eles:

- Circuitos de Iluminação
- Ventiladores
- Central Térmica
- Bombagem

2.2.1 - Circuito de Iluminação

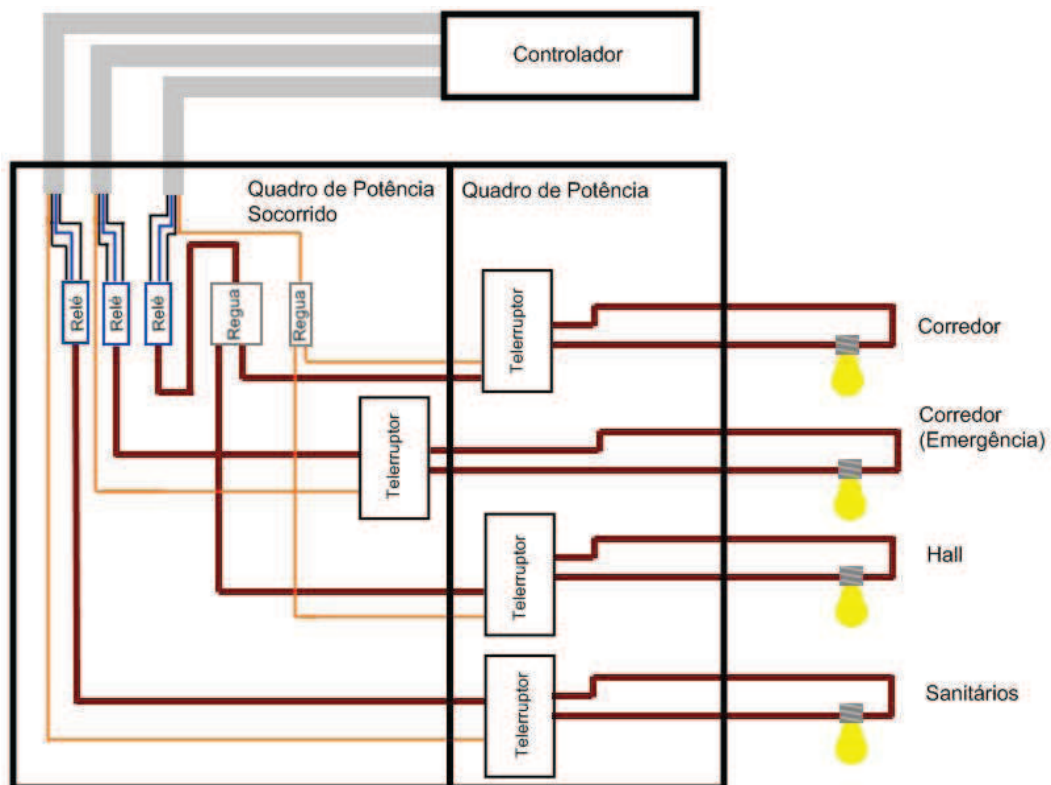


Figura 2.3 - Esquema de funcionamento dos circuitos de iluminação

A iluminação divide-se em dois tipos, Normal e Emergência, alimentadas por dois Quadros Eléctricos distintos, Quadro Eléctrico e Quadro Eléctrico Socorrido, respectivamente. O Quadro Eléctrico Socorrido é alimentado pelo Quadro Eléctrico quando a alimentação é feita pela rede. Em caso de falha de alimentação da rede, entra em funcionamento o Gerador que alimenta somente os Quadros Eléctricos Socorridos. Nos Quadros Eléctricos Socorridos estão ligados os circuitos considerados importantes para o funcionamento mínimo do edifício, nomeadamente 50% das luzes dos corredores, 100% das luzes dos sanitários devido a serem de número reduzido. Os vários circuitos eléctricos de um piso estão ligados aos respectivos telerruptores, que por sua vez estão ligados em conjunto, através de uma régua de equipamento, ou separadamente a um relé, que por sua vez liga directamente a um controlador. A gestão técnica pode comandar o circuito através do envio duma ordem para o relé, o estado do circuito será dados através do telerruptor.

Da análise realizada aos circuitos de iluminação, é possível identificar as E/S dos circuitos de iluminação e ainda os dispositivos que fazem parte desses mesmos circuitos. Os circuitos de iluminação têm as seguintes E/S:

- Estado - pelo telerruptor ligado ao circuito.
- Comando - pelo relé que força a abertura ou fecho do telerruptor.

Tabela 2.1 - E/S e Componentes identificados na análise aos circuitos de iluminação

Nome	Tipo	Função
Estado	E/S	Envia o estado do equipamento para a supervisão
Comando	E/S	Recebe comando, actua no equipamento
Relé	Componente	Força o telerruptor a ligar ou desligar
Telerruptor	Componente	Liga ou desliga o circuito, manual ou automático
Régua Equipamento	Componente	Liga vários circuitos de iluminação

2.2.2 - Ventilador

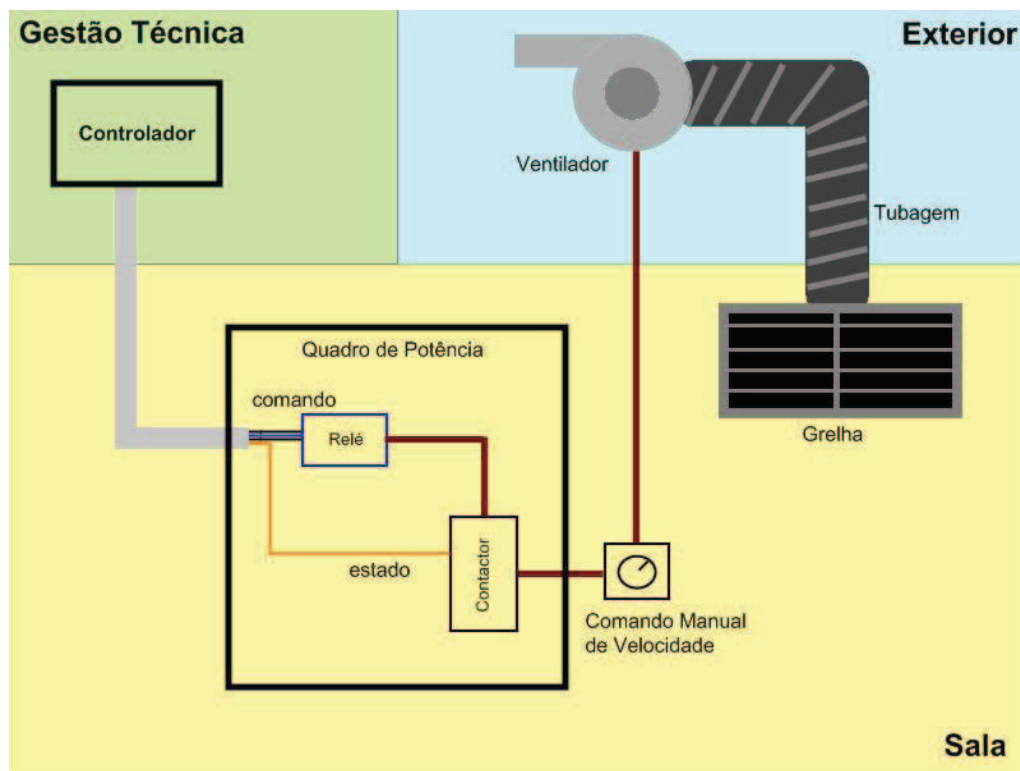


Figura 2.4 - Esquema de funcionamento dos ventiladores

Existe no exterior das instalações um ventilador (extracção ou insuflação) ligado através de tubos a uma grelha que está no local que o ventilador serve, de maneira a que seja realizado o transporte do ar para manter o ambiente agradável nesse espaço. Electricamente, o ventilador está ligado a um comando manual de velocidade que por sua vez liga a um contactor no quadro eléctrico. O contactor está ligado a um relé que por sua vez está ligado ao controlador. O SGT pode enviar um comando para o relé que por sua vez actua no contactor ligando o ventilador, o estado do ventilador é enviado para o SGT através do contactor. No local a velocidade do ventilador é controlada por um comando manual, no caso de o local ser servido por um ventilador de extracção e outro de insuflação, o comando manual controla a velocidade dos dois ventiladores.

Com base nesta análise foi possível identificar dois tipos de ventiladores, ventiladores de extracção, cuja função é extrair o ar do espaço que servem, e ventiladores de insuflação, que injectam ar, realizando assim a renovação do ar.

Igualmente foram identificadas as seguintes E/S:

- Estado - pelo telerruptor ligado ao circuito.
- Comando - pelo relé que força a abertura ou fecho do telerruptor.

Tabela 2.2 - E/S e Componentes identificados na análise aos ventiladores

Nome	Tipo	Função
Estado	E/S	Envia o estado do equipamento para a supervisão
Comando	E/S	Recebe comando, actua no equipamento
Relé	Componente	Força o telerruptor a ligar ou desligar
Telerruptor	Componente	Liga ou desliga o circuito, manual ou automático

2.2.3 - Central Térmica

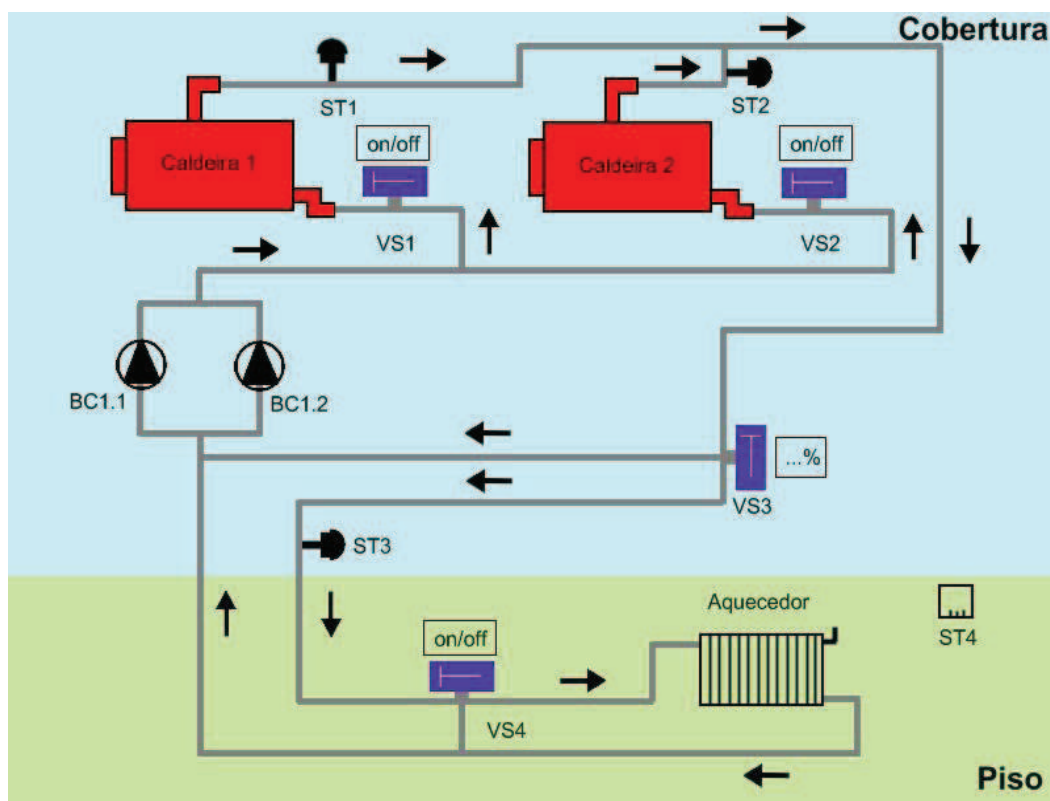


Figura 2.5 - Esquema de funcionamento das centrais térmicas

Todos os equipamentos que se encontram na cobertura estão no interior duma sala, denominada central térmica, em praticamente todos os casos essa sala situa-se na cobertura dos edifícios.

O funcionamento da central térmica é complexo e obriga a uma compreensão global do conceito do seu funcionamento que é baseado num ciclo, a água irá circular pelos canos e consoante as válvulas de seccionamento irá seguir caminhos diferentes.

De maneira a compreender melhor o seu funcionamento basta seguir o percurso da água com base na figura 2.5. A água é aquecida na “Caldeira 1” e começa a circular, encontrando um sensor de temperatura de água (ST1) que irá registar a temperatura da água à saída da “Caldeira 1”, a água irá encontrar a água aquecida na “Caldeira 2”, que passou no sensor ST2. Segue até encontrar uma válvula de seccionamento (VS3), nesta válvula pode ser escolhida a percentagem de água que continua o caminho para um conjunto de pisos, a

restante água que retorna para as caldeiras. A água que segue o caminho passa pelo sensor de temperatura da água (ST3) que regista a temperatura da água, essa temperatura é influente na percentagem da água que continua o percurso. A água é então distribuída por um conjunto de pisos, em cada piso existe uma válvula seccionadora (VS4) em modo “tudo ou nada” que deixa passar a água para o piso. A água que passa para o piso percorre todos os aquecedores do piso voltando novamente para as caldeiras. Como o caminho de retorno é uma subida até ao último piso existem duas bombas de água (BC1.1 e BC1.2) que, trabalhando alternadamente, auxiliam a água a chegar à central térmica. Em cada piso existe, um ou vários sensores de temperatura ambiente (ST4) que enviam para o SGT os valores da temperatura naquele local. Também existe um sensor de temperatura ambiente no exterior da sala da central térmica de maneira a registar a temperatura ambiente no exterior.

Uma central térmica tem associados vários tipos de equipamentos, nesta análise foram encontrados os seguintes tipos de equipamentos:

Tabela 2.3 - Equipamentos identificados na análise à Central Térmica

Equipamento	Função
Caldeira	Aquecer a água que se encontra em circulação
Bomba de Circulação	Auxiliar à circulação da água na tubagem
Válvulas de Seccionamento	Criar percursos que a água irá percorrer
Sensor de Temperatura de Água	Captar a temperatura da água na tubagem
Sensor de Temperatura Ambiente	Captar a temperatura dos espaços

Estes equipamentos têm um conjunto de E/S que são especificados na tabela 2.4.

Tabela 2.4 - E/S dos equipamentos identificados na análise à Central Térmica

Equipamento	E/S
Caldeira	Estado
	Comando
Bomba de Circulação	Estado
	Comando
Válvulas de Seccionamento	Comando
Sensor de Temperatura de Água	Temperatura
Sensor de Temperatura Ambiente	Temperatura

2.2.4 - Bombagem

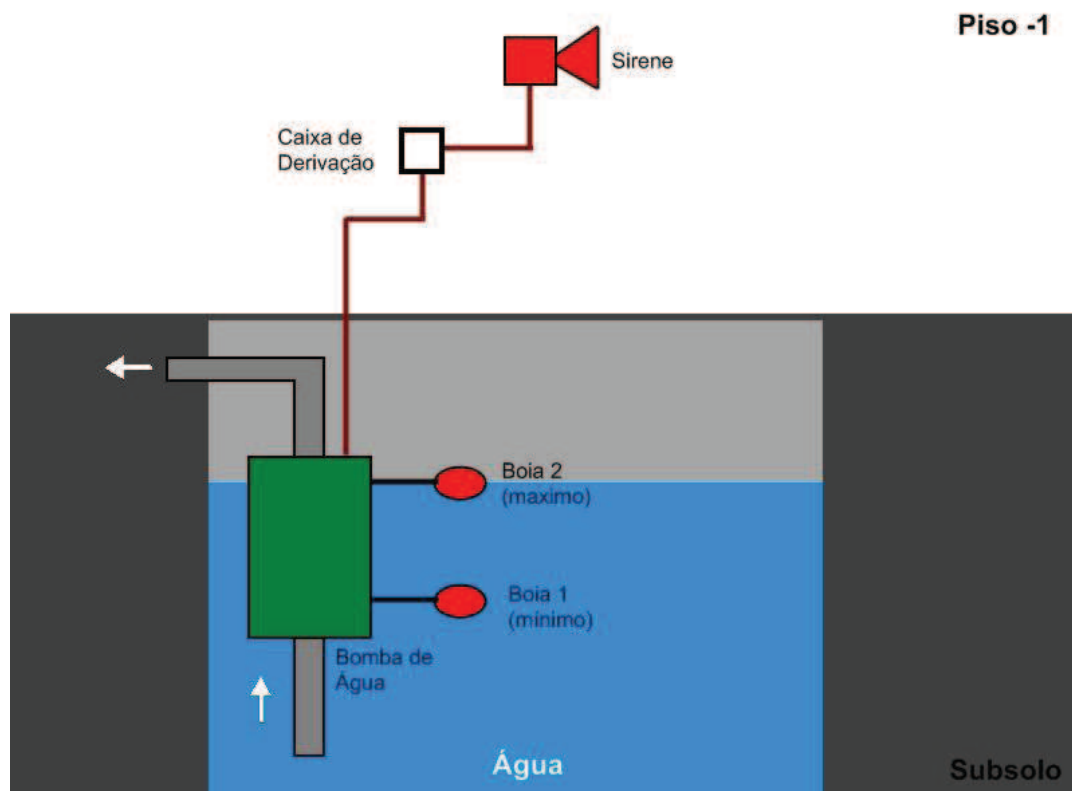


Figura 2.6 - Esquema de funcionamento da bombagem

A Bomba de Água serve para retirar o excesso de água dos poços. Uma bomba tem duas bóias incorporadas, quando a água sobe e chega à primeira bóia, o motor entra automaticamente em funcionamento, caso o caudal de água retirado seja menor que o caudal de entrada e a água chegue à segunda bóia, a sirene presente no local fica activa e é enviado o estado para o Controlador, que pode ser visualizado na Gestão Técnica.

2.3 - Análise dos tipos de ligações dos equipamentos

Um dos aspectos mais complexos na análise e levantamento dos equipamentos prende-se com o facto de existirem diversos tipos de ligações entre os equipamentos e o SGTC. Existem casos em que a ligação é directa entre o SGTC e o equipamento, outros mais complexos passam por um relé que está ligado a uma régua que liga vários actuadores que irão ligar/desligar vários circuitos, entre outros. Devido a isso é necessário realizar um estudo cuidadoso do tipo de ligações existentes de maneira a garantir uma estruturação do modelo de dados completa e capaz de representar a diversidade de situações existentes.

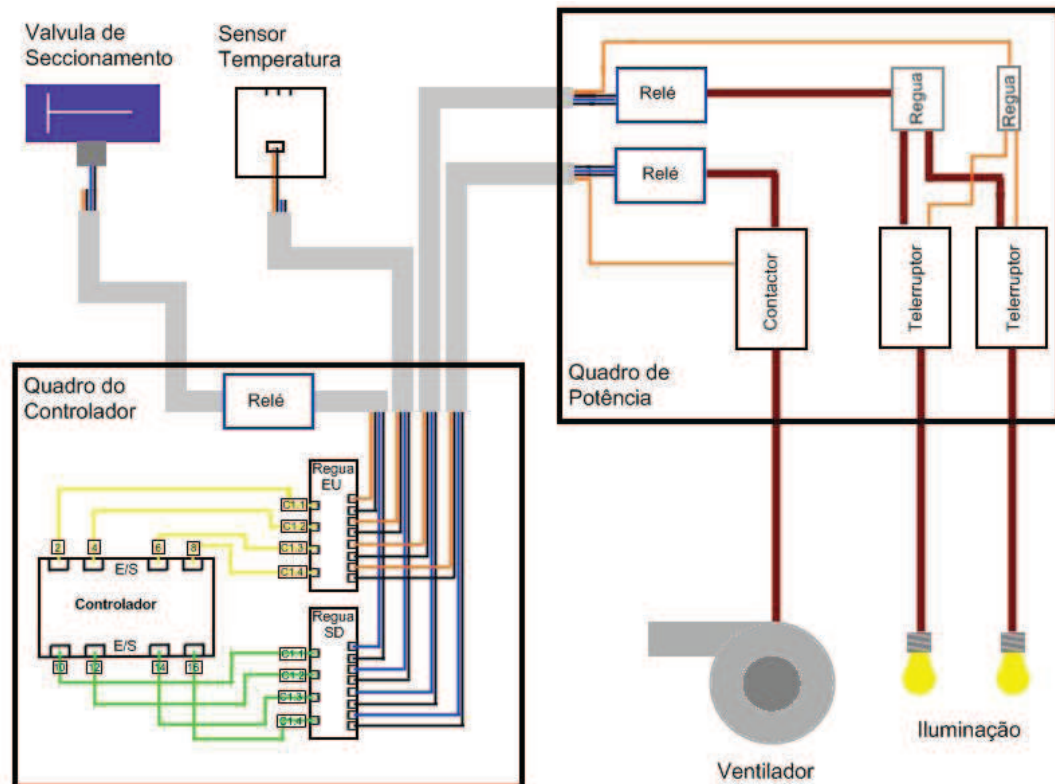


Figura 2.7 - Tipos de ligações entre equipamentos e controladores do SGTC

Na figura 2.7 é apresentado um esquema com todos os tipos de ligações entre os equipamentos e o SGTC.

Como se pode observar existe um controlador, que irá fazer a ligação com o SGTC através de uma rede LonWorks, como referido na análise da arquitectura do SGTC. Esse controlador tem E/S que estão ligadas a uma régua, denominada régua de controlador. As régua de controlador acabam por funcionar como um prolongamento das E/S do controlador e existem para facilitar a cablagem dos equipamentos. Na régua do controlador, para além das E/S do controlador, também ligam os fios que estão ligados directamente dos equipamentos ou então de relés, contactores e telerruptores, que por sua vez ligam aos equipamentos. Equipamentos como os sensores de temperatura ambiente, sensores de temperatura de água podem ser ligados directamente ao controlador. Os ventiladores e os circuitos de iluminação que são comandados por contactores e telerruptores respectivamente necessitam de um Relé para transformar os 24Vdc em 230Vac e assim serem comandados pelo SGT. Já as válvulas de seccionamento necessitam de um relé para comutar os 24Vdc em 24Vac uma vez que é necessário transformar os 24V em corrente contínua do controlador em 24V em corrente alternada para o equipamento.

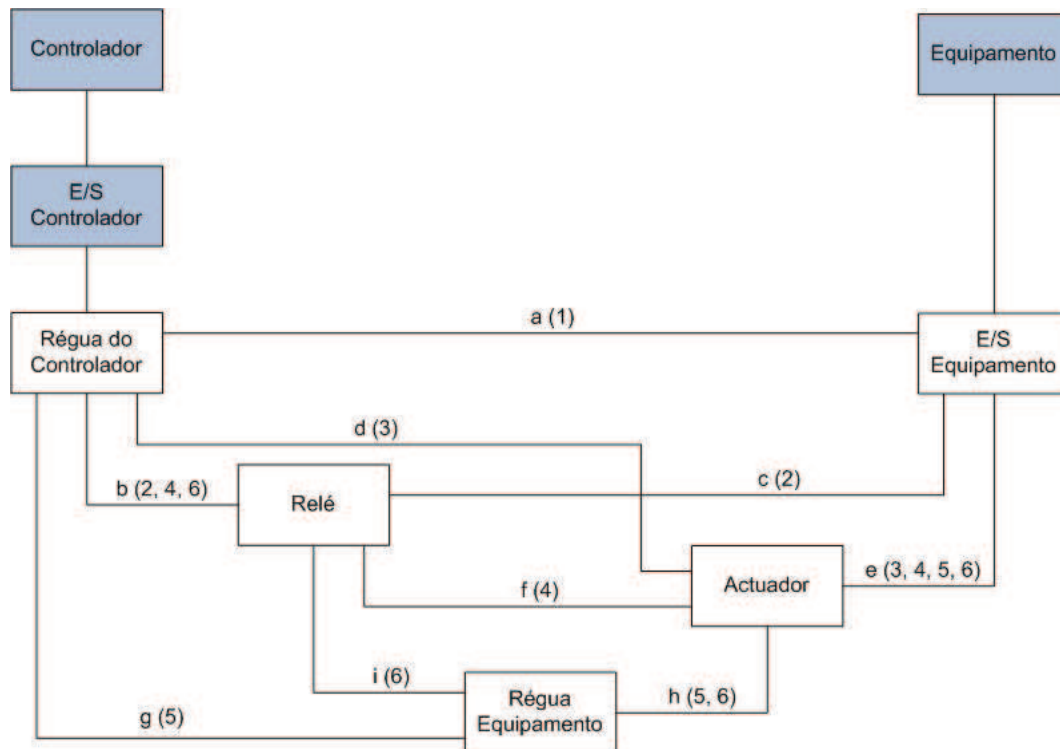


Figura 2.8 - Tipos de ligações existentes

Depois de uma análise exaustiva, aos equipamentos e tipos de ligações entre eles, foi possível concluir que existem no total 6 tipos de ligações diferentes entre os equipamentos e os controladores do SGT. De seguida, com base na figura 2.8, são apresentados esses tipos de ligações numa perspectiva Controlador - Equipamento:

1. Régua Controlador -> E/S Equipamento
2. Régua Controlador -> Relé -> E/S Equipamento
3. Régua Controlador -> Actuador -> E/S Equipamento
4. Régua Controlador -> Relé -> Actuador -> E/S Equipamento
5. Régua Controlador -> Régua Equipamento -> Actuador -> E/S Equipamento
6. Régua Controlador -> Relé -> Régua Equipamento -> Actuador -> E/S Equipamento

Para complementar a identificação dos tipos de ligações são apresentados, na tabela 2.5, exemplos de E/S de equipamentos referentes a cada tipo de ligação.

Tabela 2.5 - Exemplos de tipos de ligações

Tipo de ligação	E/S do Equipamento
1	Valores dos Sensores de Temperatura Ambiente
2	Comando de Válvulas de Seccionamento
3	Estado de Ventiladores
4	Comando de Ventiladores
5	Estado dum conjunto de Circuitos de Iluminação
6	Comando dum conjunto de Circuitos de Iluminação

Cada “E/S Equipamento” está ligada a um Equipamento, e cada “Borne RC” está ligado única e exclusivamente a uma “E/S Controlador” que por sua vez pertence a um Controlador.

Analisando os 6 tipos de ligações conclui-se que elas são constituídas por um total de 9 relações, que formam um caminho dando origem ao tipo de ligação, são elas:

- a. Régua Controlador -> E/S Equipamento
- b. Régua Controlador -> Relé
- c. Relé -> E/S Equipamento
- d. Régua Controlador -> Actuador
- e. Actuador -> E/S Equipamento
- f. Relé -> Actuador
- g. Régua Controlador -> Régua Equipamento
- h. Régua Equipamento -> Actuador
- i. Relé -> Actuador

Feita esta análise é agora possível passar para a definição da estrutura do modelo de dados em que irá assentar a base de dados, que irá conter a informação dos dados técnicos dos dois sistemas.

2.4 - Modelo de dados

A estrutura do modelo de dados é bastante complexa e tem que ser realizada de maneira a garantir o seu bom funcionamento e que a mesma possa ser continuada no futuro. De maneira a garantir o bom funcionamento da base de dados, a mesma deverá estar normalizada. O objectivo da normalização é criar um conjunto de tabelas relacionais sem dados redundantes, permitindo assim realizar os processos de adição, remoção e alteração sem qualquer efeito colateral [3].

De modo a facilitar a análise e compreensão da estrutura do modelo de dados, esta irá ser apresentada por partes, inicialmente serão apresentadas as entidades principais e os seus

tipos de relações, posteriormente serão apresentadas todas as entidades, mostrando a sua relação com entidades secundárias.

Com base nas análises anteriores é possível identificar as seguintes entidades principais:

- Equipamento
- E/S do Equipamento
- Controlador
- E/S do Controlador
- Régua de Controlador
- Régua de Equipamento
- Actuador
- Relé
- Quadro
- Espaço

Todas estas entidades estão relacionadas entre si através das ligações identificadas anteriormente, figura 2.8.

As relações entre as entidades estão representadas na figura 2.9, no entanto, não foram representados quaisquer tipos de relações correspondentes às ligações entre os equipamentos e os controladores. Tendo em conta que existem diversos tipos de ligações e as mesmas terão de ser automaticamente identificadas, as suas relações não podem ser tratadas de maneira normal. Sendo essas relações do tipo 1:1 e 1:N, as mesmas não podem ser tratadas como tal, pois dessa maneira a identificação das ligações tornava-se um processo sujeito a falhas. Para tal serão tratadas como relações N:N, ficando assim garantida a identificação dos tipos de ligações.

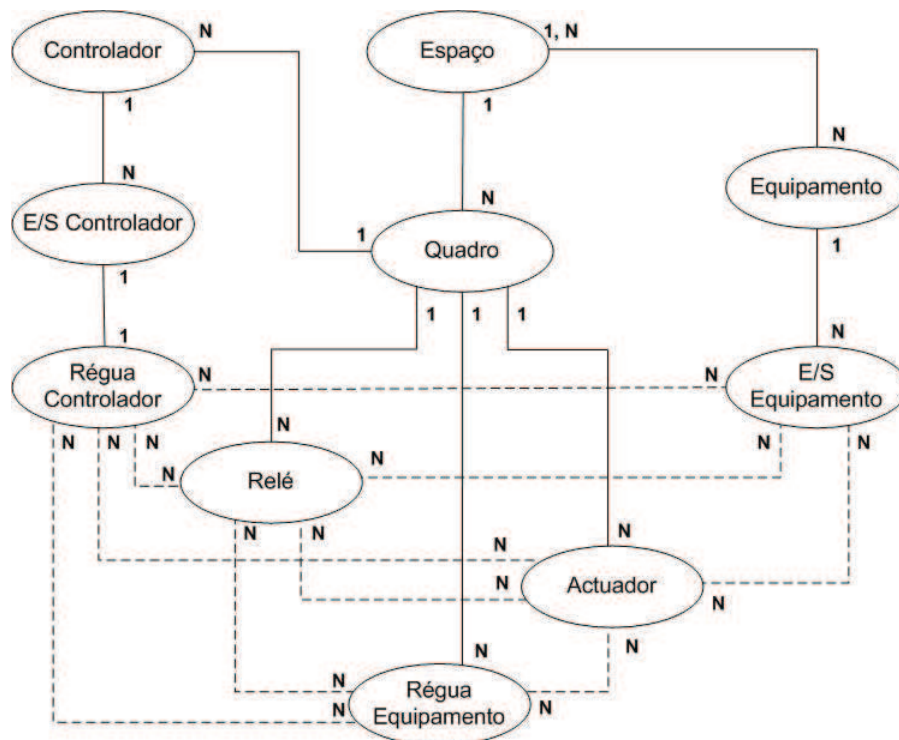


Figura 2.9 - Entidades principais

As figuras seguintes apresentam os tipos de relações capazes de representar os tipos de ligações existentes.

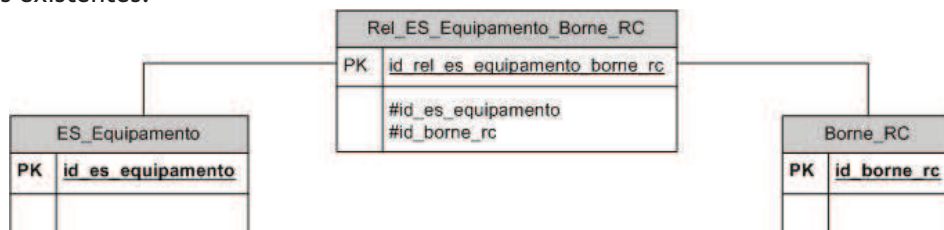


Figura 2.10 - Relação E/S Equipamento - Borne Régua Controlador

A relação apresentada na figura 2.10 permite representar a ligação de uma E/S dum equipamento até ao borne de uma régua de controlador que é praticamente uma extensão da E/S dum controlador.

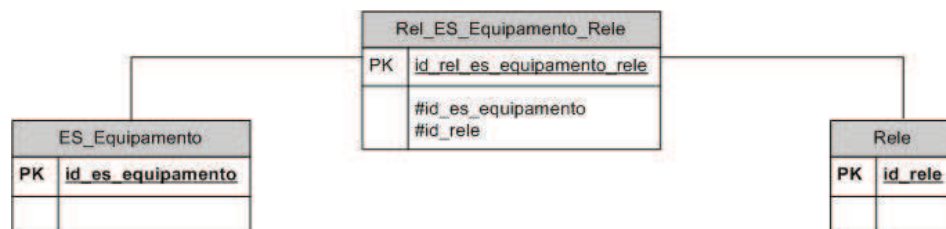


Figura 2.11 - Relação E/S Equipamento - Relé

A relação apresentada na figura 2.11 permite a representação da ligação de uma E/S de um equipamento até um relé.

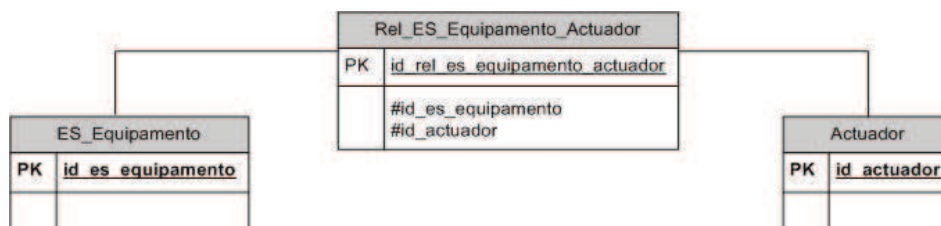


Figura 2.12 - Relação E/S Equipamento - Actuador

A relação apresentada na figura 2.12 permite representar a ligação de uma E/S de um equipamento até ao actuador.

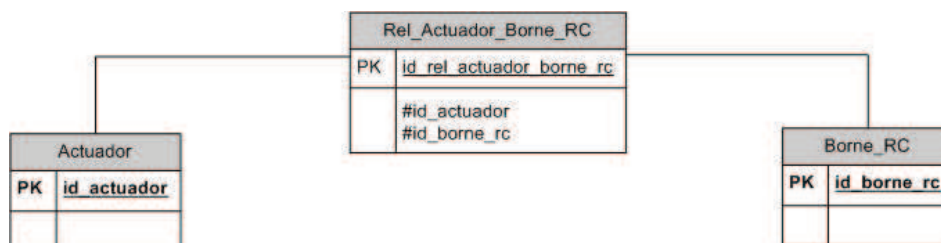


Figura 2.13 - Relação Actuador - Borne Régua Controlador

A relação apresentada na figura 2.13 permite representar a ligação de um actuador até ao borne da régua do controlador.

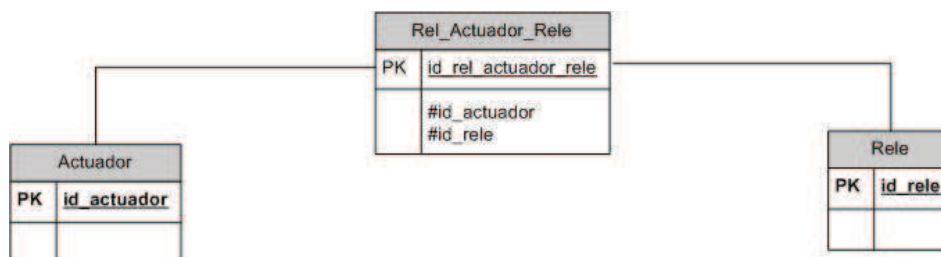


Figura 2.14 - Relação Actuador - Relé

A relação apresentada na figura 2.14 permite a representação da ligação de um actuador até ao relé.

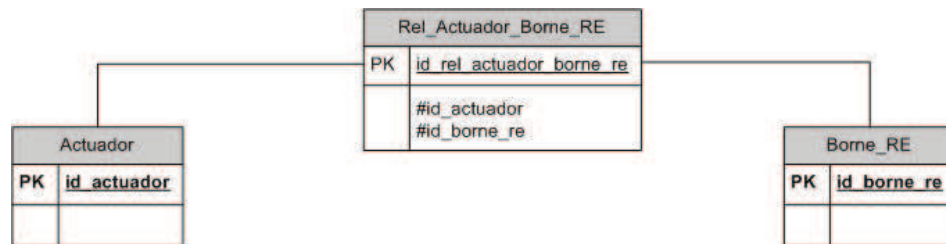


Figura 2.15 - Relação Actuador - Borne Régua Equipamento

A relação apresentada na figura 2.15 representa a ligação de um actuador até ao borne da régua do equipamento.

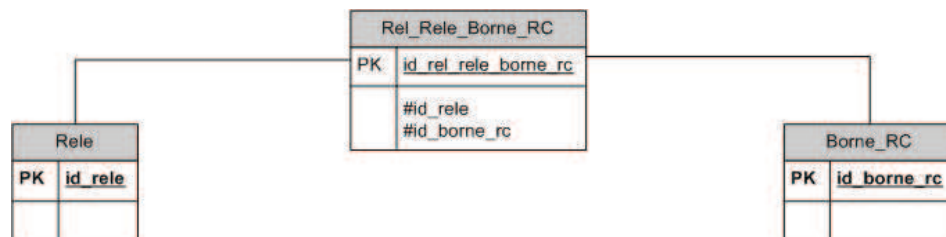


Figura 2.16 - Relação Actuador - Borne Régua Controlador

A relação apresentada na figura 2.16 permite representar a ligação de um actuador até ao borne da régua do controlador.

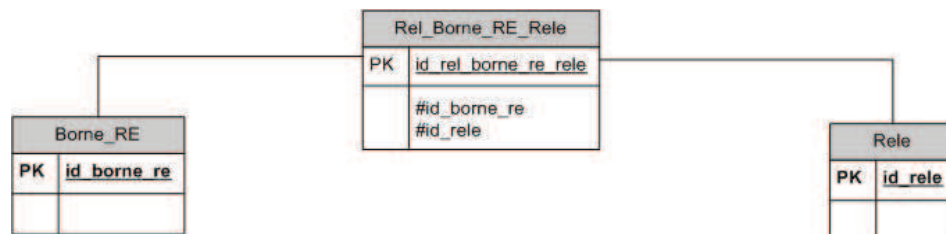


Figura 2.17 - Relação Borne Régua Equipamento - Relé

A relação apresentada na figura 2.17 representa a ligação do borne da régua do equipamento até ao relé.

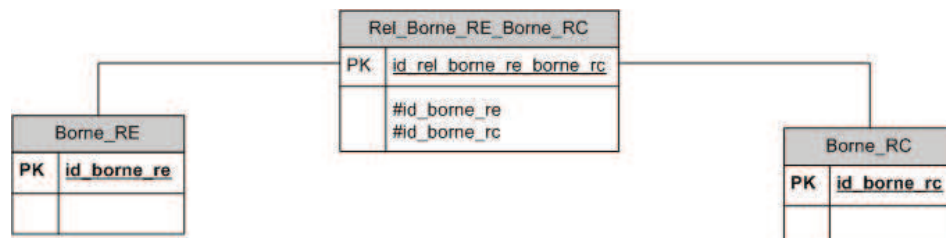


Figura 2.18 - Relação Borne Régua Equipamento - Borne Régua Controlador

A relação apresentada na 2.18 permite a representação da ligação do borne da régua do equipamento até ao borne da régua do controlador.

É com base nas 9 relações apresentadas anteriormente que é possível representar as 6 ligações identificadas no ponto anterior. A título de exemplo na figura 2.19 será apresentada a ligação:

- Régua Controlador -> Relé -> Régua Equipamento -> Actuador -> E/S Equipamento

Como se pode observar este é o tipo de ligação que utiliza mais relações para ser estabelecida. Constituída por 4 das 9 relações, é a ligação que contém o maior número de relações, como se pode observar na figura 2.19.

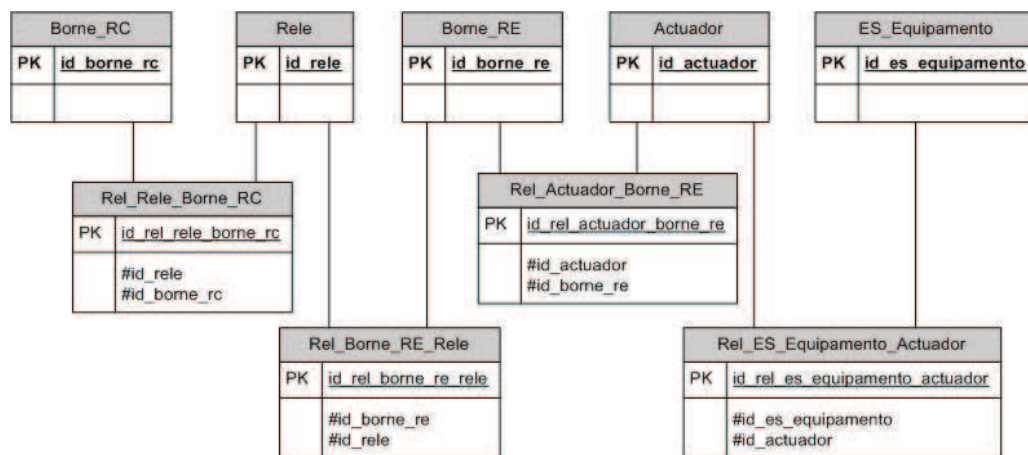


Figura 2.19 - Relações utilizadas no tipo de ligação 6.

Para além das 9 tabelas de relação apresentadas nas figuras anteriores, existe outra relação N:N, que diz respeito aos locais servidos pelos equipamentos. Na figura 2.20 é apresentada essa relação.

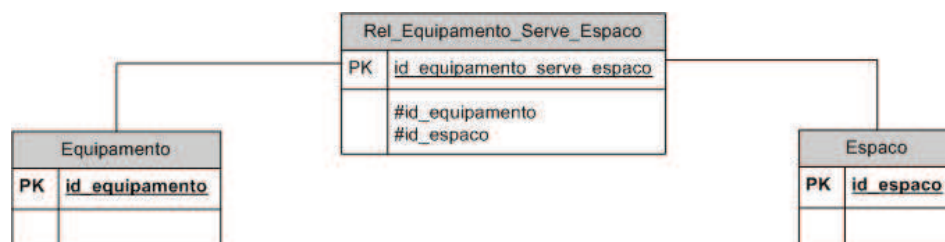


Figura 2.20 - Relação Equipamento serve Espaço

Finalizada a apresentação das entidades principais e das 10 relações N:N que irão figurar no modelo de dados, de seguida são apresentadas todas as entidades o modelo final, figura 2.21.

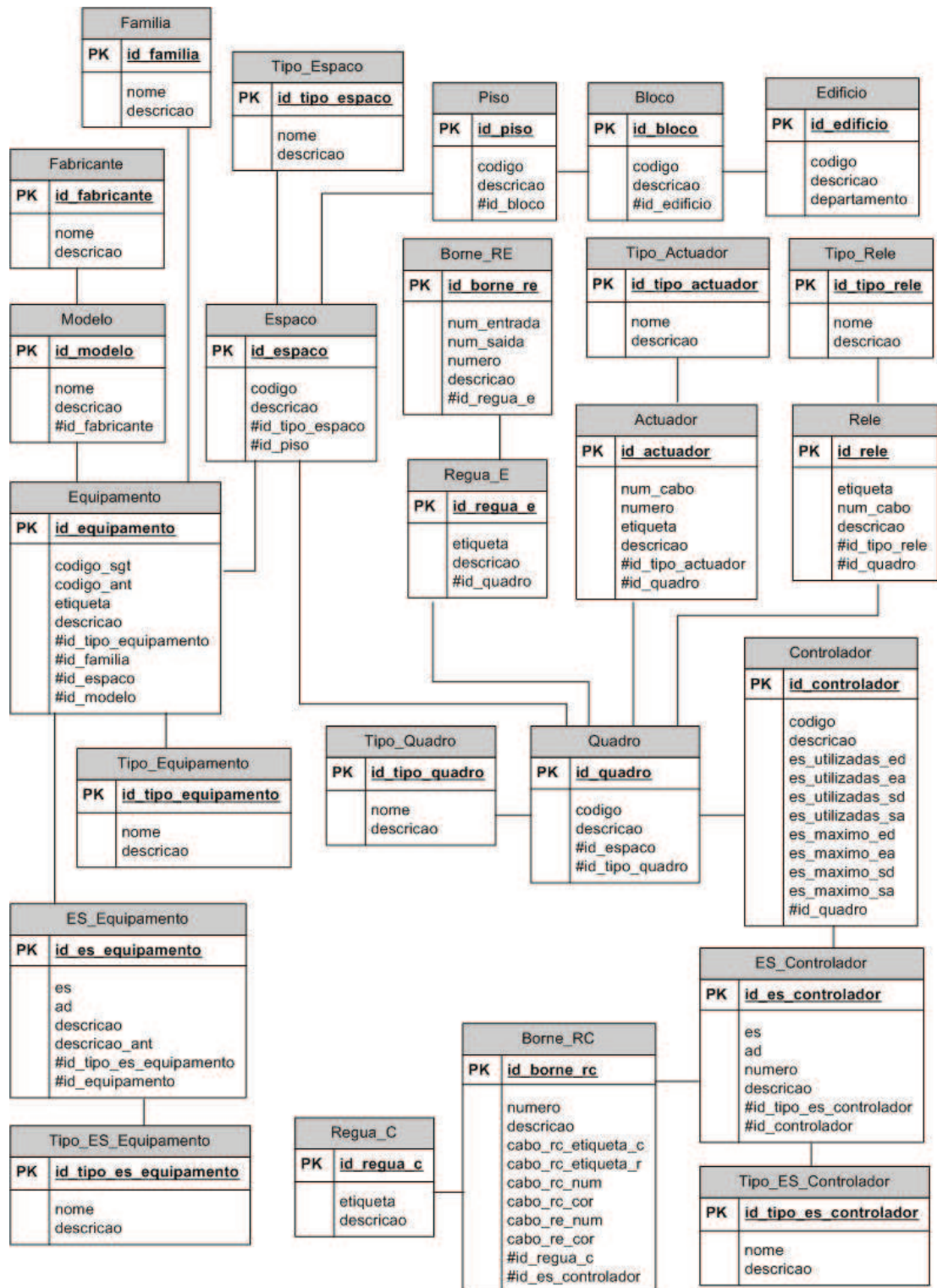


Figura 2.21 - Entidades do modelo de dados

Procura-se com esta estrutura do modelo de dados garantir a sustentabilidade da base de dados, que vai conter todos os dados técnicos dos dois sistemas, e ainda garantir que a mesma será estruturada para que seja possível a inserção de novas entidades sem mudanças significativas na sua estrutura, garantindo assim um modelo com capacidade de integração. Para a validar este conceito de modelo com capacidade de integração, na secção seguinte é

realizada a inserção de um, denominado, bloco de entidades relativa ao requisito de o sistema conter as variáveis presentes nos controladores e a sua associação com os equipamentos.

2.5 - Inserção de novas entidades

Uma das necessidades do sistema é ter registado em base de dados a informação relativa as variáveis, que estão presentes nos controladores, e a sua relação com os equipamentos. É necessário proceder à compreensão destas variáveis de maneira a conseguir especificar o modelo de dados referente a este bloco.

Os controladores possuem variáveis que são de dois tipos:

- Word de 16 bits
- Inteiro

A título de exemplo podemos analisar as variáveis que estão relacionadas com um ventilador. Um ventilador irá ter associado 3 variáveis distintas, são elas:

- Estado (Word de bits)
- Comando (Word de bits)
- Tempo de funcionamento (Inteiro)

As variáveis “Estado” e “Comando” terão o seguinte aspecto apresentado na figura 2.22.

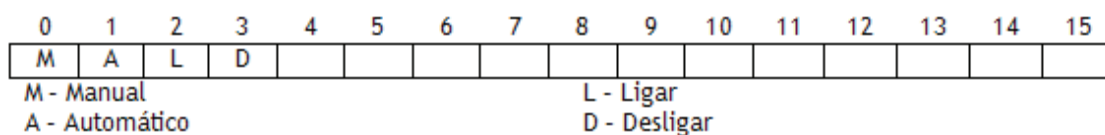


Figura 2.22 - Aspecto das variáveis do tipo Word

Enquanto a variável “Tempo de funcionamento” irá guardar um valor do tipo inteiro como por exemplo 24, respeitante às 24h de tempo de funcionamento do ventilador.

Com base nesta análise é possível criar um esquema, figura 2.23, que irá ajudar na construção do modelo de dados.

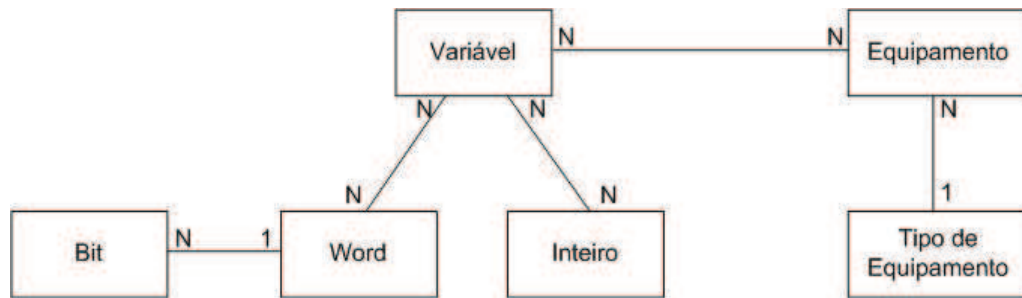


Figura 2.23 - Esquema de compreensão das variáveis dos controladores

Na figura 2.24, é apresentado o bloco de novas entidades que irá ser inserido na base de dados. Composto por 4 entidades, 2 relações internas e 1 relação externa que fará a ponte entre este bloco de entidades e a estrutura do modelo de dados.

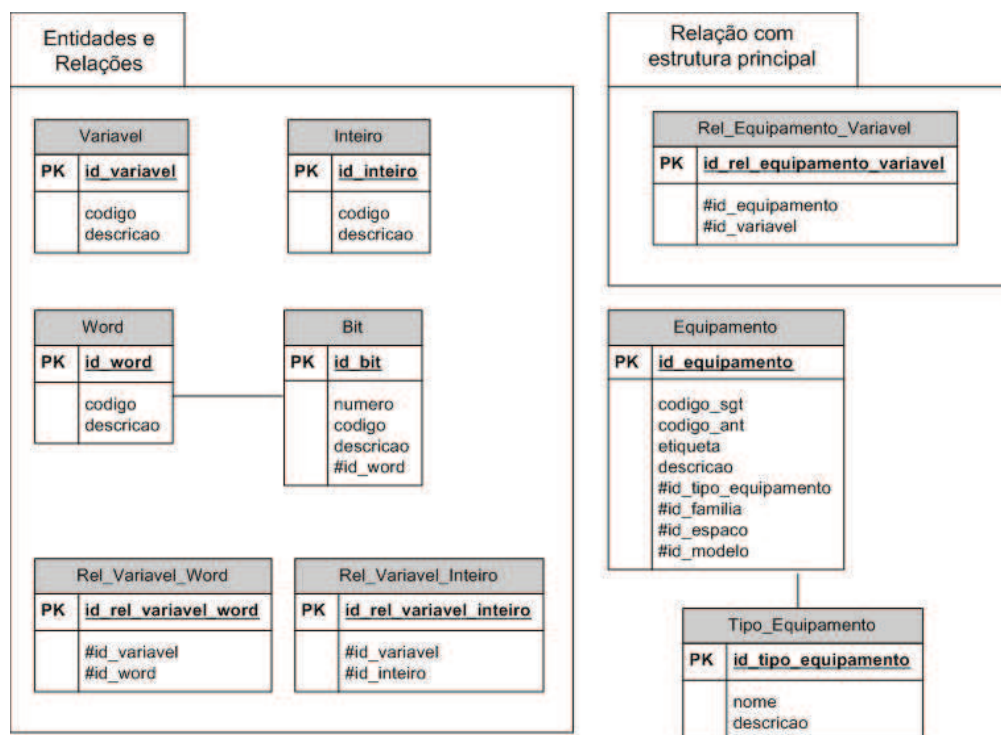


Figura 2.24 - Entidades e relações das variáveis presentes nos controladores

Os tipos das variáveis dos controladores são genéricas, assim para cada tipo de equipamento existe um conjunto de variáveis do tipo Word ou Inteiro que têm a mesma estrutura. Daí quando se regista uma nova variável para um equipamento, basta criar a variável e apontar o seu tipo a uma Word ou Inteiro já registado.

De maneira a que não haja um excesso de informação apresentada quando se deseja associar uma Word ou Inteiro a uma variável, o sistema através da informação nele contida irá verificar as words e inteiros associados a esse tipo de equipamento, apresentando só o que for necessário.

2.6 - Folhas de levantamento

Com base nos requisitos e também na estrutura do modelo de dados especificado, é agora possível definir folhas de registo para proceder ao levantamento da informação necessária. Tradicionalmente o levantamento é realizado em folhas de cálculo, devido à funcionalidade que estas folhas oferecem neste tipo de situações. As folhas de registo estão divididas em 2 folhas, uma para o levantamento da parte do controlador e outra para o levantamento da parte de potência apresentadas na figura 2.25 e figura 2.26, respectivamente.

Controlador:																		
E/S				Cabo (Controlador - Régua)				Regua		Cabo (Régua - Equip)		Equipamento	Quadro					
Nº	E/S	A/D	Tipo	Descrição	Etiqu C	Nº	Cor	Etiqu R	Etiqu	Nº	Nº	Cor	Etiqueta	Etiqueta	Régua	Borne	Relé	Actuado

Figura 2.25 - Folha de levantamento da parte do controlador

Relé			Régua				Actuador			Liga a... (Etiqueta)			Equipamento				Local	
Etiqueta	Nº	Tipo	Etiqueta	In	Nº	Out	Etiqueta	Nº	Tipo	Regua	E/S	Ctr.	Descrição	Etiqueta	Modelo	Fabricante	Instalado	Servid

Figura 2.26 - Folha de levantamento da parte de potência

Num processo como este, existe muita informação que terá de ser levantada, aproveitando o facto de essa informação estar presente em formato digital o processo de importação dessa informação para a base de dados pode ser realizado de forma automática. Como os formatos são incompatíveis, é necessário recorrer a um *script* que tenha a capacidade de importar a informação das folhas Excel directamente para a base de dados. Na figura 2.7, podemos observar o esquema com o processo de importação dos dados.

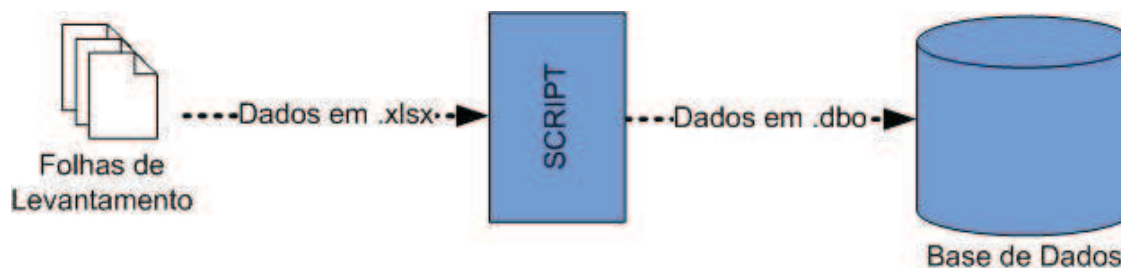


Figura 2.27 - Importação dos dados para a base de dados

Na tabela 2.6 são apresentadas as colunas presentes nas folhas de levantamento e respectiva correspondência com as entidades da base de dados.

Tabela 2.6 - Correspondência das tabelas com as entidades

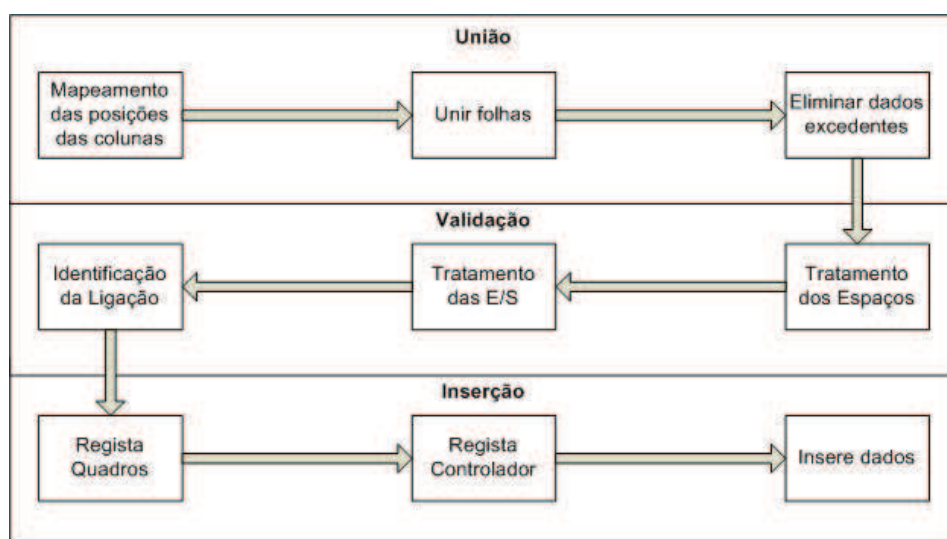
Folha de Levantamento			Base de dados	
Secção	Tabela		Entidade	Atributo
E/S Controlador	Nº		ES_Controlador	numero
E/S Controlador	E/S A/D		*	*
E/S Controlador	Tipo		Tipo_ES_Controlador	nome
E/S Controlador	Descrição		ES_Controlador	descricao
Cabo (Controlador - Régua)	Etiqueta C		Borne_RC	cabo_rc_etiqueta_c
Cabo (Controlador - Régua)	Nº		Borne_RC	cabo_rc_num
Cabo (Controlador - Régua)	Cor		Borne_RC	cabo_rc_cor
Cabo (Controlador - Régua)	Etiqueta R		Borne_RC	cabo_rc_etiqueta_r
Régua Controlador	Etiqueta		Regua_C	etiqueta
Régua Controlador	Nº		Borne_RC	numero
Cabo (Régua - Equipamento)	Nº		Borne_RC	cabo_re_num
Cabo (Régua - Equipamento)	Cor		Borne_RC	Cabo_re_cor
Quadro	Código		Quadro	codigo
Relé	Etiqueta		Rele	etiqueta
Relé	Nº		Rele	num_cabo
Relé	Tipo		Tipo_Rele	nome
Régua Equipamento	Etiqueta		Regua_E	etiqueta
Régua Equipamento	In		Borne_RE	num_entrada
Régua Equipamento	Número		Borne_RE	numero
Régua Equipamento	Out		Borne_RE	num_saida
Actuador	Etiqueta		Actuador	etiqueta
Actuador	Nº		Actuador	numero
Actuador	Tipo		Tipo_Actuador	nome
Equipamento	Descrição		Equipamento	descricao
Equipamento	Etiqueta		Equipamento	etiqueta
Equipamento	Modelo		Modelo	nome
Equipamento	Fabricante		Fabricante	nome
Local	Instalado		*	*
Local	Servido		*	*

Os valores assinalados com * são referentes a várias entidades, sendo assim o *script* terá de possuir a capacidade de decompor o valor e distribuí-lo pelas respectivas entidades. Os campos das tabelas “Local Servido” e “Local Instalado” irão ser preenchidos com o seguinte formato “X012”, que terá de ser decomposto da seguinte maneira X-0-012 sendo os valores distribuídos como mostra a tabela 2.7. No caso “E/S Controlador - E/S A/D” será preenchido com o seguinte formato “YZ”, decomposto em Y-Z e atribuído como apresentado na tabela 2.7.

Tabela 2.7 - Decomposição e distribuição dos dados

Valor	Entidade	Atributo
X	Edifício	codigo
0	Piso	codigo
012	Espaço	codigo
Y	ES_Controlador	es
Z	ES_Controlador	ad

Feita a correspondência das folhas de registo com as entidades da base de dados, é agora possível apresentar o algoritmo do *script*, figura 2.28, o qual está dividido em 3 partes, união, validação e inserção.

Figura 2.28 - Algoritmo do *script* para importação de informação para a base de dados

Na parte de união, o *script* irá unir as duas folhas Excel e eliminar as colunas excedentes:

- **Mapeamento das posições das colunas:** os índices das tabelas são valores inteiros, convém que sejam mapeadas as colunas (ex: int_rele_etiqueta = 2).
- **Unir folhas:** os ficheiros estão divididos em duas folhas, como se pode verificar nas figuras 2.25 e 2.26, as colunas assinaladas a cinzento são as colunas que permitem a união das duas folhas, o *script* irá verificar os valores dessas colunas e unir as linhas das duas colunas.
- **Eliminar dados excedentes:** A folha resultante da união das duas folhas irá conter dados duplicados, o *script* irá apagar as respectivas colunas.

Na parte de validação, o *script* irá validar os ficheiros e realizar todas as decomposições de dados necessárias:

- **Tratamento dos Espaços:** com a decomposição dos espaços como apresentado na tabela 2.7.
- **Tratamento das E/S:** com a decomposição das E/S conforme exemplificado na tabela de decomposição.
- **Identificação do Tipo de Ligação:** com base nas tabelas preenchidas irão ser identificados os tipos de ligação.

Na parte de inserção, o *script* está habilitado a inserir os dados controlador a controlador. Os passos para a inserção dos dados são os seguintes:

- **Regista Quadro:** o *script* irá identificar os quadros e criar esse mesmo quadro, caso o quadro já esteja registado na base de dados, o *script* faz a associação.
- **Regista Controlador:** processo semelhante ao anterior, assim irá identificar o controlador com base no nome da folha “Excel” e faz o registo ou associação.
- **Inserir dados:** consoante o tipo de ligação anteriormente identificado o *script* irá inserir os valores dos componentes que constituem a ligação.

2.7 - Validação do modelo de dados

Estando definida a estrutura do modelo de dados, é necessário proceder à validação dessa mesma estrutura de maneira a verificar se o projecto é exequível e se não existem falhas nessa mesma estrutura. É necessário proceder à implementação e testes dessa mesma estrutura. Essa validação terá que ser efectuada a dois níveis, a nível da própria base de dados, implementando esta mesma estrutura em “Microsoft SQL Server” e posteriormente validar junto das folhas de levantamento, em formato Excel. Com este processo irá ser possível para além da validação da estrutura do modelo de dados, validar a estrutura das folhas de levantamento.

De seguida é apresentada a validação da estrutura principal através da implementação da mesma e inseridos os dados com base numa folha Excel previamente preenchida com todos os tipos possíveis de ligações, o resultado da *query* feita à base de dados terá de coincidir com os valores da folha de levantamento, com este processo pode-se assim validar a estrutura do modelo de dados e também as folhas de levantamento.

No anexo A4, são apresentadas as folhas de levantamento e a folha com o resultado da *query*, é possível constatar que toda a informação do levantamento está presente na base de dados.

No entanto também é necessário proceder à validação da estrutura de dados do novo bloco inserido, que diz respeito às Variáveis dos Autómatos. Para tal será implementada essa mesma estrutura em “Microsoft SQL Server” e definidos certos valores, posteriormente através de *queries* à base de dados terá de ser possível obter os resultados desejados. De seguida, são apresentados os valores que serão inseridos na base de dados:

Tabela 2.8 - Valores teste para validação do modelo de dados

Equipamento	Tipo	Variavel	Word/Inteiro	Bit	Tag	Descrição
VEN001	Ext.	venext001.estado	word	0	M	Manual
				1	A	Automático
				2	L	Ligado
				3	D	Desligado
		venext001.funcionamento	Inteiro			
VEN002	Ext.	venext002.estado	word	0	M	Manual
				1	A	Automático
				2	L	Ligado
				3	D	Desligado
VEN003	Ins.	venins003.estado	word	0	M	Manual
				1	A	Automático
				2	L	Ligado
				3	D	Desligado
				4	Df	Defeito

Equipamento	Tipo	Variavel	Inteiro	Word	Bits	Tag	Descrição
VEN001	Extracção	venext001.funcionamento	venext.funcionamento	NULL	NULL	NULL	...
VEN001	Extracção	venext001.estado	NULL	venext.estado	0	M	... Ventilador em Manual ...
VEN001	Extracção	venext001.estado	NULL	venext.estado	1	A	... Ventilador em Automático ...
VEN001	Extracção	venext001.estado	NULL	venext.estado	2	L	... Ventilador Ligado ...
VEN001	Extracção	venext001.estado	NULL	venext.estado	3	D	... Ventilador Desligado ...
VEN002	Extracção	venext002.estado	NULL	venext.estado	0	M	... Ventilador em Manual ...
VEN002	Extracção	venext002.estado	NULL	venext.estado	1	A	... Ventilador em Automático ...
VEN002	Extracção	venext002.estado	NULL	venext.estado	2	L	... Ventilador Ligado ...
VEN002	Extracção	venext002.estado	NULL	venext.estado	3	D	... Ventilador Desligado ...
VEN003	Insuflação	venins003.estado	NULL	venins.estado	0	M	... Ventilador em Manual ...
VEN003	Insuflação	venins003.estado	NULL	venins.estado	1	A	... Ventilador em Automático ...
VEN003	Insuflação	venins003.estado	NULL	venins.estado	2	L	... Ventilador Ligado ...
VEN003	Insuflação	venins003.estado	NULL	venins.estado	3	D	... Ventilador Desligado ...
VEN003	Insuflação	venins003.estado	NULL	venins.estado	4	Df	... Ventilador em Defeito ...

Figura 2.29 - Resultado da *query* à base de dados

Conforme é apresentado na figura 2.9, o resultado da validação é positivo, portanto a estrutura do modelo de dados pode ser implementada com a garantia de bom funcionamento.

2.8 - Casos de uso

Os casos de uso são a metodologia mais utilizada para a definição das especificações funcionais dum sistema de informação. A elaboração cuidada dos casos de uso pode ser fundamental no sucesso do projecto, irá resultar numa redução de alterações a realizar no futuro.

Os casos de uso somente especificam o que é suposto o nosso sistema fazer [4].

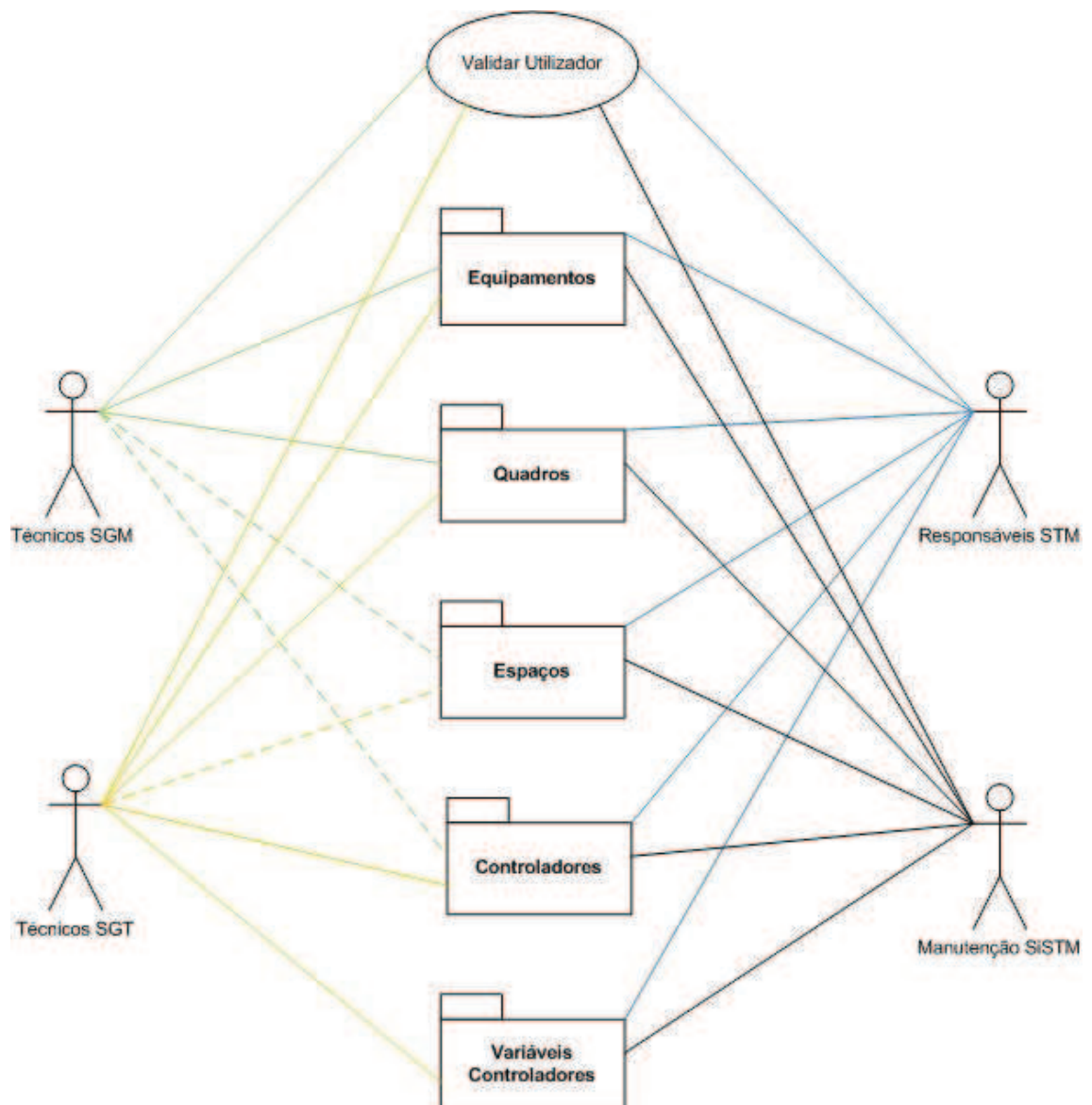


Figura 2.30 - Pacotes de Casos de Uso

Para uma melhor organização os casos de uso foram agrupados em pacotes de Casos de Uso, existem então 5 pacotes com diferentes categorias, dentro de cada pacote encontram-se os Casos de Uso referentes a categoria que lhe dá o nome. De seguida são apresentados os diagramas dos Casos de Uso de cada pacote.



Figura 2.31 - Diagrama de casos de uso do pacote "Equipamento"

O pacote de casos de uso referente a equipamentos é responsável pela gestão dos equipamentos e todas as informações sobre os mesmos como E/S, tipo, família, modelo, fabricante, entre outros. É um pacote com importância para os dois sistemas, daí haver

permissão total por parte dos técnicos do SGM e do SGT para aceder completamente a este pacote.



Figura 2.32 - Diagrama de casos de uso do pacote "Controlador"

O pacote de casos de uso referente aos controladores é responsável pela gestão dos controladores do SGT assim como todas as informações referentes aos mesmos como as E/S. É um pacote com importância apenas para o SGT, daí haver restrições dos técnicos do SGM, a nível das alterações.



Figura 2.33 - Diagrama de casos de uso do pacote “Quadro”

O pacote de casos de uso referente aos quadros é responsável pela gestão dos quadros eléctricos e quadros de controladores das instalações, contém informação sobre as características do quadro assim como dos componentes presentes nos mesmos. À semelhança do pacote de casos de uso Equipamento é um pacote importante para os dois sistemas, não havendo assim qualquer restrição.

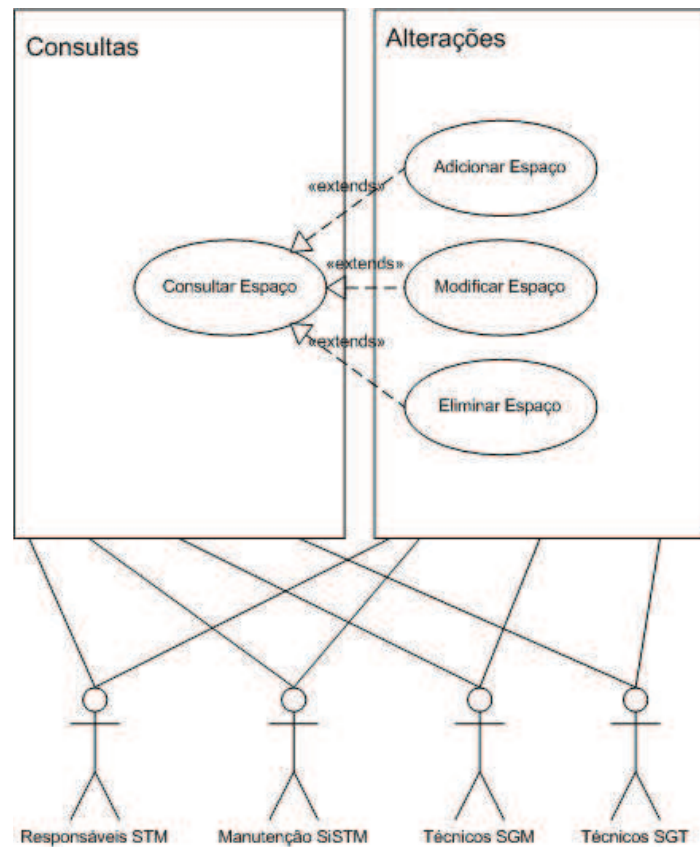


Figura 2.34 - Diagrama de casos de uso do pacote "Espaço"

O pacote de casos de uso referente aos espaços é responsável pela gestão dos espaços existentes nas instalações, contém informação sobre edifícios, blocos, pisos. Este pacote de casos de uso não tem qualquer tipo de restrição.

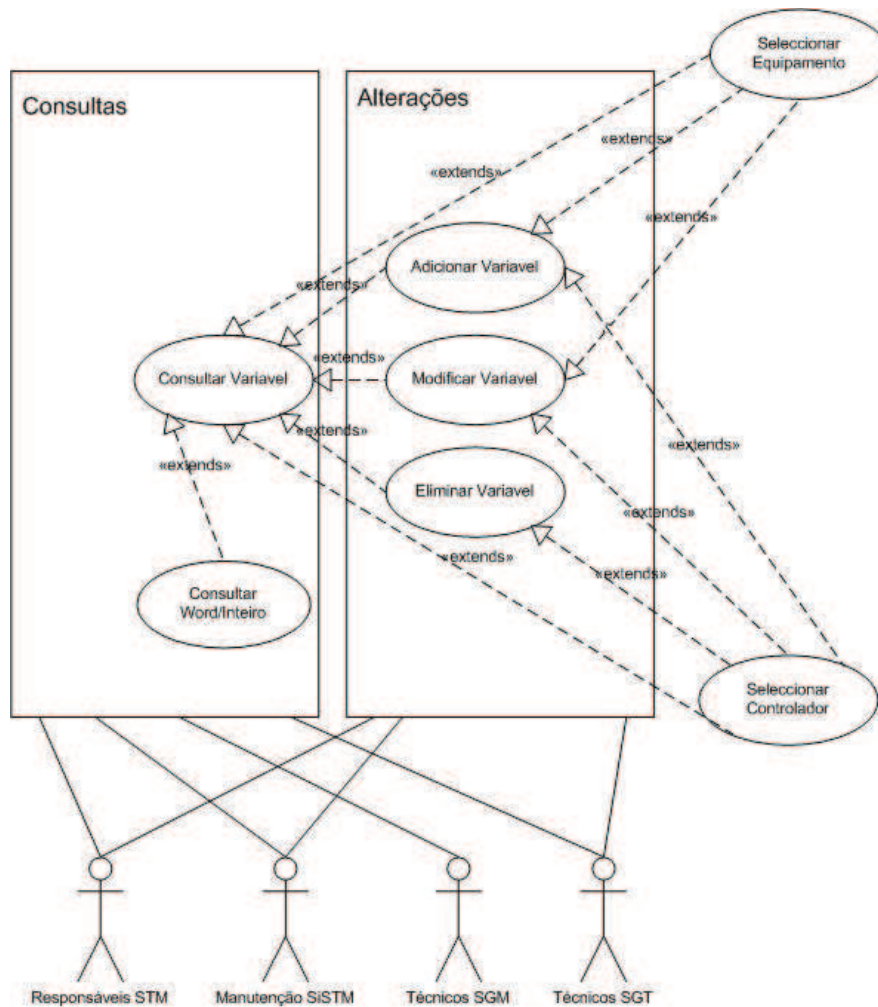


Figura 2.35 - Diagrama de casos de uso do pacote "Variáveis Controladores"

O pacote de casos de uso referente às variáveis presentes nos controladores, contém informação sobre essas variáveis e a que equipamentos estão associados. Este pacote de casos de uso não tem qualquer tipo de restrição.

Entre os vários pacotes, existem casos de uso que são idênticos ao nível da sua estrutura, torna-se desnecessário apresentar uma descrição detalhada de cada um deles, para tal serão apresentados 2 exemplos representativos da descrição de casos de uso. Para cada caso de uso descreveu-se o cenário principal, os actores que participam no caso de uso, os pontos de extensão, as condições prévias a ser cumpridas e ainda os possíveis cenários alternativos. Nas tabelas 2.9 e 2.10, são descritos os casos de uso "Consultar Equipamento" e "Consultar E/S Equipamento", respectivamente.

Tabela 2.9 - Caso de uso: Consultar Equipamento

Nome do Caso de Uso
Consultar Equipamento
Cenário Principal
<p>O utilizador pode seleccionar um local que será a base na qual será produzida uma lista de equipamentos referentes a esse mesmo local. (Local). Por omissão são seleccionados todos os equipamentos existentes. O sistema produz então uma lista com os seguintes campos preenchidos:</p> <p>1. Equipamento: a. Código do SGT b. Descrição c. Etiqueta d. Tipo e. Família f. Botão - Detalhes g. Botão - E/S h. Botão - Modificar i. Botão - Eliminar</p> <p>No final da tabela é apresentado o botão “Adicionar”.</p>
Actores
Manutenção SiSTM, Responsáveis STM, Técnicos SGT ou Técnicos SGM
Pontos de Extensão
Seleccionar Local, Adicionar Equipamento, Modificar Equipamento, Eliminar Equipamento, Consultar E/S Equipamento.
Condições Previas
Validar Utilizador
Cenário Alternativo 1 (Utilizador carrega no botão “Detalhes”)
O utilizador carrega no botão “Detalhes” referente ao caso de uso “Consultar Detalhes do Equipamento”.
Cenário Alternativo 2 (Utilizador carrega no botão “E/S”)
O utilizador carrega no botão “E/S” referente ao caso de uso “Consultar E/S do Equipamento”.
Cenário Alternativo 3 (Utilizador carrega no botão “Modificar”)
O utilizador carrega no botão “Modificar” referente ao caso de uso “Modificar Equipamento”.
Cenário Alternativo 4 (Utilizador carrega no botão “Eliminar”)
O utilizador carrega no botão “Eliminar” referente ao caso de uso “Eliminar Equipamento”.
Cenário Alternativo 5 (Utilizador carrega no botão “Adicionar”)
O utilizador carrega no botão “Adicionar” referente ao caso de uso “Adicionar Equipamento”.

Tabela 2.10 - Caso de uso: Consultar Detalhes E/S Equipamento

Nome do Caso de Uso
Consultar Detalhes E/S Equipamento
Cenário Principal
<p>Ainda na mesma interface, depois de ter carregado no botão detalhes, o sistema irá produzir 3 secções referentes ao Equipamento, ao Controlador e aos Detalhes da E/S seleccionada. Na secção Equipamento, o sistema apresenta o Código e a Descrição do Equipamento a que pertence a E/S seleccionada. Na secção Controlador, o sistema apresenta o Código do Controlador, o Local onde está instalado o Controlador e ainda a Etiqueta da Régua do Controlador a que a E/S liga. Na secção Detalhes da E/S do Equipamento, o sistema apresenta os detalhes da E/S, são eles:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. E/S do Equipamento: a. E/S b. A/D c. Tipo d. Descrição 2. Régua do Equipamento: a. Quadro b. Etiqueta 3. Borne da Régua do Equipamento: a. Número b. Número de Entrada c. Número de Saída 4. Actuador: a. Quadro b. Número c. Número do cabo d. Etiqueta e. Tipo de Actuador f. Modelo 5. Relé: a. Quadro b. Etiqueta c. Número do Cabo d. Tipo de Relé e. Modelo 6. E/S Controlador: a. Número b. E/S c. A/D d. Tipo 7. Borne da Régua do Controlador: a. Número 8. Cabo (Controlador - Régua): a. Etiqueta (Controlador) b. Etiqueta (Régua) c. Cor d. Número 9. Cabo (Régua - Equipamento): a. Cor b. Número <p>São apresentados no final da página 2 botões, “Alterar” e “Apagar” referentes aos casos de uso “Alterar Detalhes da E/S do Equipamento” e “Apagar Detalhes da E/S do Equipamento”, respectivamente.</p>
Actores
Manutenção SiSTM, Responsáveis STM, Técnicos SGT ou Técnicos SGM
Pontos de Extensão
Modificar E/S Equipamento, Eliminar E/S Equipamento
Condições Previas
Validar Utilizador
Cenário Alternativo 1 (Utilizador carrega no botão “Alterar”)
O utilizador carrega no botão “Alterar” referente ao caso de uso “Alterar Detalhes da E/S do Equipamento”.
Cenário Alternativo 2 (Utilizador carrega no botão “Apagar”)
O utilizador carrega no botão “Apagar” referente ao caso de uso “Apagar Detalhes da E/S do Equipamento”.

2.9 - Esboço da interface

A descrição dos casos de uso foi complementada com o esboço das interfaces. A combinação textual dos casos de uso com o respectivo esboço de interface permite transmitir de forma eficaz as especificações à equipa de desenvolvimento. De seguida é apresentada uma parte representativa dos esboços, o suficiente para que seja possível o entendimento das estruturas dos casos de uso.

O esboço da interface para 'Equipamentos' apresenta uma barra de navegação superior com links para 'Home', 'Menu' e 'Sair'. Abaixo, há uma seção de filtros com o título 'Local:' e duas opções de radio button: 'Instalado' (selecionada) e 'Servido'. À direita dos filtros, há quatro menus suspensos: 'Edifício', 'Piso', 'Tipo de Espaço' e 'Espaço'. Abaixo dos filtros, há uma aba 'Equipamentos' que contém uma tabela com o seguinte conteúdo:

Equipamento								
Código	Descrição	Etiqueta	Tipo	Família	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar
VE 1.1	Ventilador Exatracção	VE 1.1	Ventilador	Ventilação	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar
VI 1.1	Ventilador Insuflação	VI 1.1	Ventilador	Ventilação	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar
V3M - 9S 2D	Válvula Sec.	VS - 2P	Válvula	C. Térmica	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar
ST - 2 Ponte	Sensor Temp.	ST - 2P	Sensor	C. Térmica	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar

Abaixo da tabela, há um botão 'Adicionar'.

Figura 2.36 - Esboço de interface referente ao caso de uso: "Consultar Equipamento"

O utilizador terá de passar por uma validação inicial, só assim será possível o acesso ao sistema onde terá disponível um menu inicial, onde escolhendo a secção referente aos equipamentos irá ser redireccionado para a interface da figura 2.36. Aqui o utilizador pode navegar pelos equipamentos, aplicar um filtro de espaço onde o equipamento se encontra instalado ou então os espaços que o equipamento serve. Pode adicionar um novo equipamento carregando no botão adicionar. Ou então consultar detalhes do equipamento, consultar as E/S do equipamento, modificar informação relativa ao equipamento que desejar, ou mesmo eliminar qualquer equipamento.

Carregando no botão E/S, irá ser apresentada na mesma interface a informação relativa as entradas e saídas desse mesmo equipamento, como se pode verificar na figura 2.37. O facto de esta informação ser apresentada na mesma interface proporciona uma maior facilidade de navegação.

Equipamentos [Início](#) [Menu](#) [Sair](#)

Local: ☒ Instalado ☐ Servido

Edifício **1** Piso **2** Tipo de Espaço **-** Espaço **-**

Equipamentos

Equipamento								
Código	Descrição	Etiqueta	Tipo	Família	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar
V3M - 9S 2D	Válvula Sec.	VS - 2P	Válvula	C. Térmica	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar
ST - 2 Poente	Sensor Temp.	ST - 2P	Sensor	C. Térmica	Detalhes	E/S	Modificar	Eliminar

[Adicionar](#)

E/S do Equipamento

Equipamento	E/S do Equipamento				Controlador	E/S do Controlador				
Código	E/S	A/D	Tipo	Descrição	Código	N°	E/S	A/D	Tipo	Detalhes
V3M - 9S 2D	E	D	24 V	Entrada	CT92S	5	S	D	24V	Detalhes

[Adicionar](#)

Figura 2.37 - Esboço interface referente ao caso de uso: “Consultar E/S Equipamento”

Nesta interface o utilizador pode consultar parte da informação referente às E/S do equipamento seleccionado. Na parte superior da interface é possível verificar que foi utilizado o filtro de “Espaço” instalado, onde o utilizador seleccionou o Edifício “1” e o Piso “2”, aparecendo de seguida os equipamentos que cumprem esse requisito. Se desejar consultar informação mais detalhada sobre essa E/S, o utilizador pressiona o botão “Detalhes” onde será apresentada a informação detalhada dessa E/S e do percurso que a mesma faz até ao utilizador.

Caso o utilizador deseje adicionar uma nova E/S nesse equipamento terá de utilizar o botão “Adicionar”. Irá ser apresentada uma secção com os tipos de ligações possíveis onde o utilizador pode seleccionar o tipo de ligação referente ao novo registo, como representado na figura 2.38.

Detalhes da E/S

Equipamento

Código: Descrição:

Controlador: [Adicionar] Edifício: Piso: Tipo de Espaço: Espaço:

Régua do Controlador:

Tipo de Ligação

- ☐ E/S Equipamento -> Borne RC
- ☐ E/S Equipamento -> Relé -> Borne RC
- ☐ E/S Equipamento -> Actuador -> Borne RC
- ☐ E/S Equipamento -> Actuador -> Relé -> Borne RC
- ☐ E/S Equipamento -> Actuador -> Borne RE -> Borne RC
- ☐ E/S Equipamento -> Actuador -> Borne RE -> Relé -> Borne RC

Figura 2.38 - Esboço de interface referente à escolha de ligações do caso de uso: “Adicionar E/S Equipamento”

Posteriormente à escolha do tipo de ligação, irão ser apresentados todos os campos necessários para realizar o registo dos dispositivos referentes e esse este tipo de ligação como apresentado na figura 2.39. Os campos apresentados dizem respeito à ligação:

- E/S Equipamento -> Actuador -> Régua Equipamento -> Relé -> Régua Controlador

Caso o tipo de ligação escolhida fosse do tipo:

- E/S Equipamento -> Actuador -> Régua Equipamento -> Régua Controlador

Os campos da informação relativa a Relé não irão ser apresentados, evitando assim possíveis erros na inserção dos dados relativos aos tipos de ligações.

Com uma interface dinâmica o utilizador tem capacidade de mudar directamente o Equipamento de maneira a registar uma nova E/S de outro equipamento sem necessidade de repetir todos os passos anteriores.

Esta interface serve de base ao caso de uso “Consultar E/S Equipamento”, sendo que a informação relativa à E/S será apresentada nos respectivos campos.

Detalhes da E/S

Equipamento

Código **V3M-9S2D** Descrição **Válvula Seccionamento**

Controlador - [Adicionar] Edifício - Piso - Tipo de Espaço - Espaço -

Régua do Controlador - Quadro - [Adicionar]

E/S do Equipamento

E/S - A/D - Tipo - Descrição

Régua do Equipamento

Quadro - [Adicionar] Etiqueta -

Borne da Régua do Equipamento

Número - Número Entrada - Número Saída

Actuador

Quadro - [Adicionar] Número - Número do cabo - Etiqueta -

Tipo de Actuador - Modelo -

Relé

Quadro - Etiqueta -

Número do cabo - Tipo de Relé - Modelo -

E/S Controlador

Número - E/S - A/D - Tipo -

Borne da Régua do Controlador

Número -

Cabo (Controlador – Régua)

Etiqueta (Controlador) - Etiqueta (Régua) - Cor - Número -

Cabo (Régua – Equipamento/Quadro)

Cor - Número -

Adicionar

Figura 2.39 - Esboço de interface referente ao caso uso: “Adicionar E/S Equipamento”

Na interface representada na figura 2.36, o utilizador pode querer adicionar um novo equipamento, para tal basta carregar no botão “Adicionar”. Irá ser apresentada uma janela com os campos necessários ao registo de novos equipamentos como se pode verificar na figura 2.40.

Quando o utilizador procede à inserção dum equipamento cujo tipo ainda não foi registado na base de dados, o mesmo não irá ser encontrado na *Select box* disponível pelo que o utilizador tem disponível uma ligação que apresentará uma nova janela para registo desse novo tipo de equipamento, o mesmo acontece para a Família a que pertence o equipamento.

[\[Help\]](#) [\[Menu\]](#) [\[Sair\]](#)

Equipamentos

Loc

Equ

Cód

VE

VI

V3M-

ST- 2

Adi

Adicionar Equipamento

Código	<input type="text"/>	<u>Local onde está instalado</u>	
Código Anterior	<input type="text"/>	Tipo de Espaço	- <input type="text"/> [Adicionar]
Descrição	<input type="text"/>	Edifício	- <input type="text"/> [Adicionar]
Código	<input type="text"/>	Bloco	- <input type="text"/> [Adicionar]
Tipo	- <input type="text"/> [Adicionar]	Piso	- <input type="text"/> [Adicionar]
Subsistema	- <input type="text"/> [Adicionar]	Espaço	- <input type="text"/> [Adicionar]
		<input type="button" value="Adicionar"/>	

DAF

Figura 2.40 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Adicionar Equipamento”

Capítulo 3

Integração a nível funcional

Neste capítulo será abordada a integração dos SGM e SGT ao nível funcional com destaque para a análise do módulo de horários. Uma das capacidades do SGTC é a atribuição de horários de funcionamento aos equipamentos que controla.

Tradicionalmente os módulos que gerem os horários de funcionamento dos equipamentos estão confinados ao próprio sistema de supervisão, SCADA, isto faz com que quem normalmente trata da gestão dos horários se tenha que deslocar ao local da supervisão ou então enviar um relatório com os horários definidos para serem inseridos pelos técnicos que se encontram no local. Um dos objectivos deste capítulo é a especificação dum módulo de gestão de horários dos equipamentos do SGTC integrado com o sistema de informação.

Serão apresentados os requisitos para o módulo e de seguida especificada uma solução que satisfaça esses requisitos. Com base nessa solução será estruturado o modelo de dados e especificados os requisitos funcionais com recurso aos casos de uso e ao esboço de interface.

3.1 - Requisitos

Nesta secção são apresentados os requisitos do sistema de gestão de horários, isto é, o que o sistema deve permitir fazer:

- Definir num calendário as épocas de aulas, férias e os feriados.
- Atribuir horários a grupos de equipamentos. A atribuição dos horários deve ser realizada automaticamente consoante a época Verão/Inverno e Férias/Aulas.
- Atribuir um horário específico a um determinado equipamento ou grupo.
- Definir, a qualquer altura, se é considerada época de Inverno/Verão.
- Visualizar, simultaneamente, dois ou mais horários entre os horários padrão e os que estão atribuídos.
- Criar novos grupos de equipamentos e associar horários aos mesmos.

3.2 - Especificação da solução

O módulo de atribuição de horários tem de ter capacidade de ser acessível de qualquer parte, deixando de estar confinado ao sistema de supervisão. Para tal, o módulo será incluído no sistema de informação que servirá os dois sistemas. Na figura 3.1, é apresentado o funcionamento deste módulo.

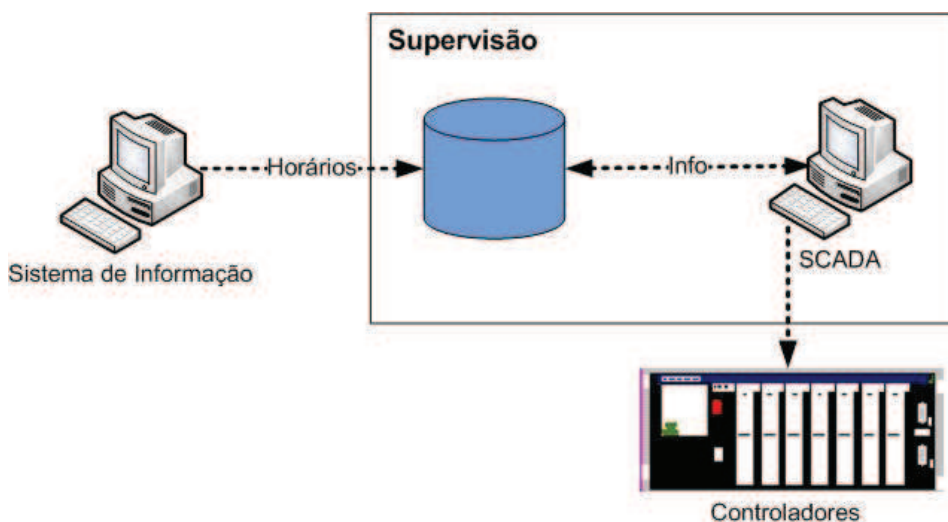


Figura 3.1 - Funcionamento do módulo de gestão de horários dos equipamentos

Através desse módulo é possível definir na base de dados os horários de funcionamento dos equipamentos que posteriormente irão ser descarregados para os controladores.

O SGTC comanda um vasto número de equipamentos, devido a isso a sua apresentação deve ser especificada de maneira a que seja possível ao utilizador ter um panorama geral dos horários já definidos. Tradicionalmente os módulos existentes realizam a filtragem dos equipamentos consoante os seus atributos, como se pode verificar na figura 3.2.

Familia Tipo de Equipamento

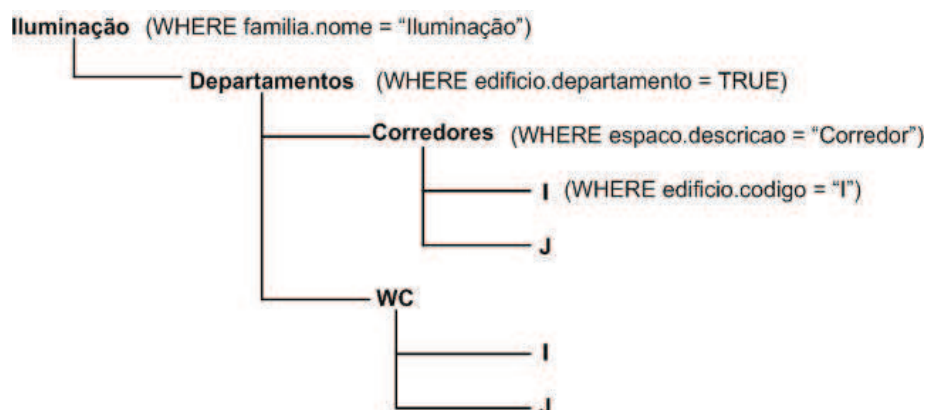
Edifício Bloco Piso

Equipamento								
Código	Descrição	Etiqueta	Tipo	Familia	Edifício	Bloco	Piso	Horario
VE 1.1	Ventilador Extracção	VE 1.1	Ventilador	Ventilação	I	Poente	2	
VI 1.1	Ventilador Insuflação	VI 1.1	Ventilador	Ventilação	I	Poente	2	
VE 1.2	Ventilador Extracção	VE 1.2	Ventilador	Ventilação	I	Poente	2	
VI 1.2	Ventilador Insuflação	VI 1.2	Ventilador	Ventilação	I	Poente	2	

Figura 3.2 - Selecção por atributos

Tal solução é flexível, mas não consegue transmitir um panorama geral dos horários, o que pode tornar o processo de atribuição de horários complexo na eventualidade de ter que se definir vários horários diferentes. Uma solução que poderia eliminar este problema passava por uma apresentação estilo árvore (*tree view*) com uma configuração guardada na própria base de dados garantindo assim o dinamismo que uma estrutura estática não garante, possibilitando alterações sem profundas revisões a nível de código. Esta solução oferece ao utilizador um maior controlo do sistema visto que pode navegar livremente entre cada nó e verificar o que está definido em cada um deles.

A grande quantidade de equipamentos comandados pelo SGTC exige um cuidado especial no método de configuração da estrutura, de maneira a que seja possível realizar alterações com relativa facilidade. Para garantir a flexibilidade serão *queries* que estarão associadas aos ramos da árvore, é através dessas *queries* que os equipamentos são seleccionados consoante os seus atributos. Na figura 3.3, é apresentado o esquema em árvore e respectivas *queries*.

Figura 3.3 - Esquema em árvore e respectivas *queries*

O facto dos nós da árvore estarem associadas às *queries* e não aos equipamentos irá tornar a manutenção da estrutura da árvore automática. Caso seja alterado um local de um determinado equipamento, o mesmo passará a estar associado a esse local na estrutura da árvore, o que não aconteceria se os equipamentos estivessem directamente associados ao ramo da árvore.

3.3 - Modelo de dados

Com base nos requisitos do módulo e na especificação da solução é possível definir uma estrutura de dados capaz de armazenar a informação necessária para o funcionamento do módulo de gestão de horários dos equipamentos.

De maneira a facilitar a compreensão do modelo de dados serão apenas referenciadas as entidades e relações, da estrutura principal, necessárias ao funcionamento deste módulo. Essas entidades e relações estão representadas na figura 3.4.

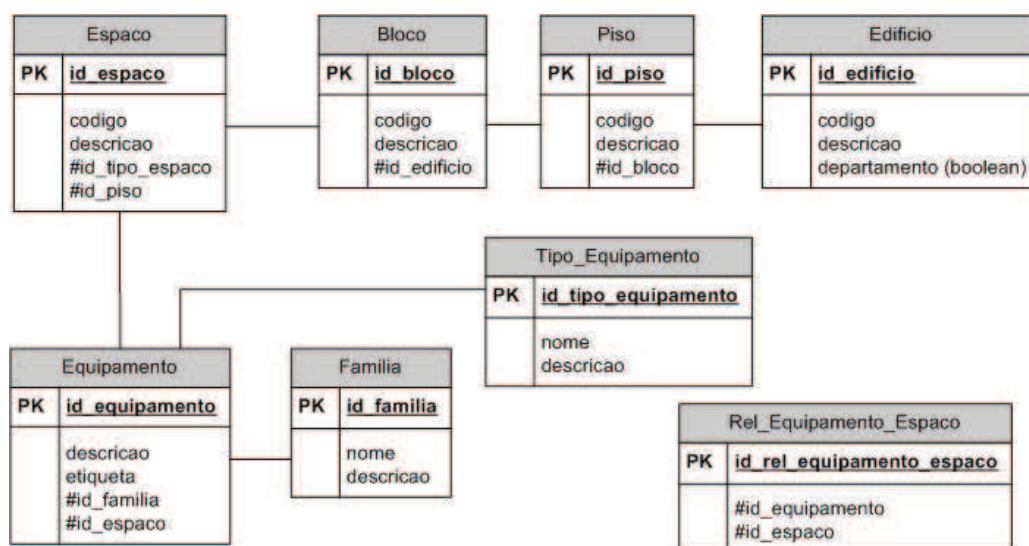


Figura 3.4 - Entidades e relações copiados do modelo de dados dos dois sistemas

As restantes entidades, necessárias para a estruturação e funcionamento do módulo de gestão de horários de funcionamento dos equipamentos, estão representadas na figura 3.5, complementadas com a descrição das entidades no anexo B1.

Como a estrutura de dados é relativamente complexa, a mesma será apresentada tendo em conta a função de cada uma das entidades e relações no módulo de gestão de horários.

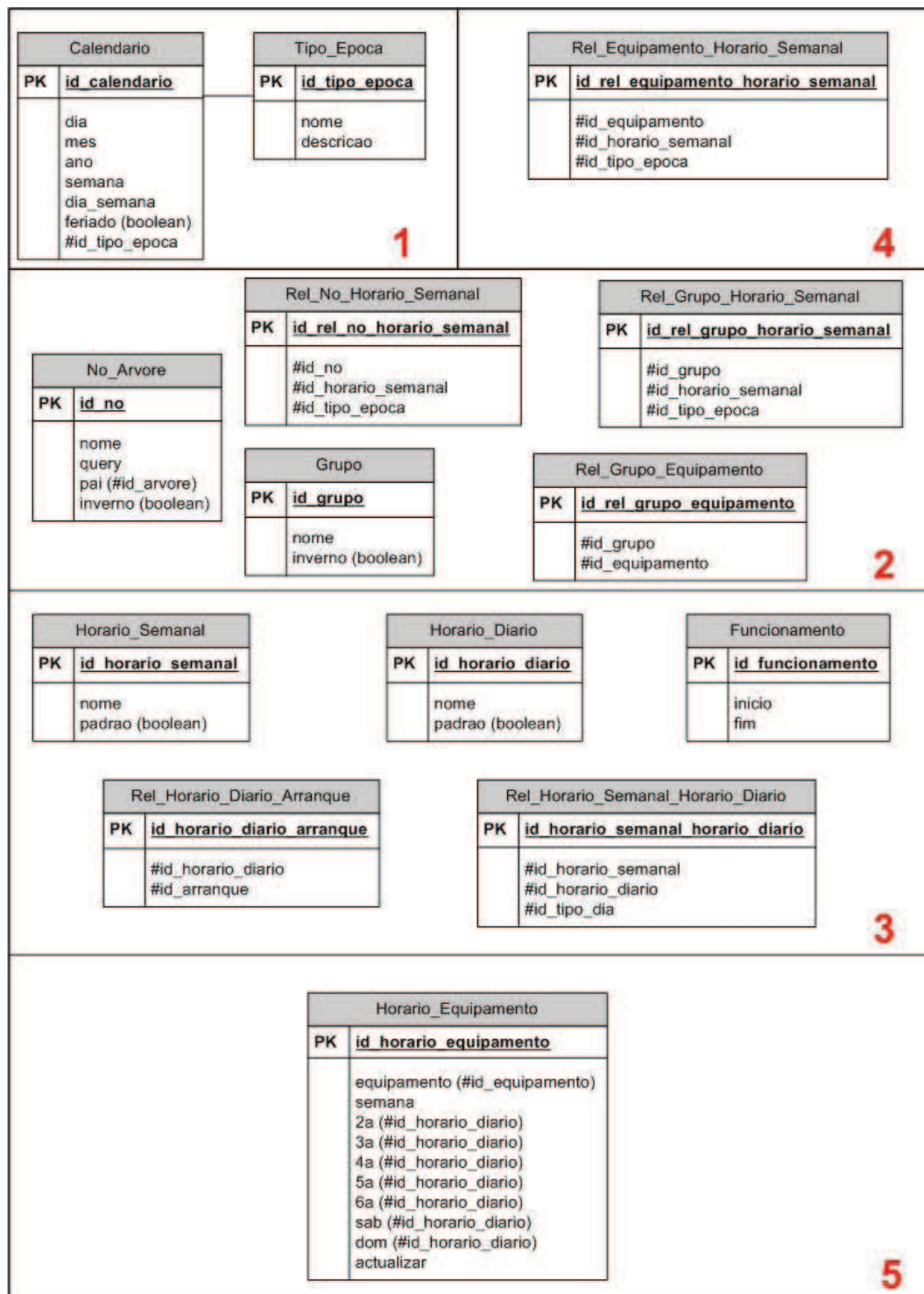


Figura 3.5 - Entidades e relações do módulo de gestão de horários de funcionamento dos equipamentos

Assim sendo, no bloco 1 da figura 3.5, são apresentadas as entidades necessárias à definição do calendário onde ficarão registadas informações, como feriados, períodos lectivos, férias, entre outros.

O bloco 2 refere-se à estrutura da árvore. É com base na entidade “No_Arvore” que é possível o desenho da estrutura árvore, esta entidade tem como atributos a designação do nó, o id do nó pai (nó superior), a *query* que especifica os equipamentos cobertos por esse nó e ainda uma *flag* que determina se deve ser considerado horário de inverno ou o horário de verão. Existe também uma entidade “Grupo” onde é possível guardar novos grupos de equipamentos criados pelo utilizador. As relações “Rel_No_Horario_Semanal” e “Rel_Grupo_Horario_Semanal” são necessárias para associar os horários aos nós da árvore ou grupos, respectivamente. Já a relação “Rel_Grupo_Equipamento” é necessária para guardar os equipamentos referentes ao grupo que o utilizador criou.

Os horários que irão ser copiados para os controladores são horários semanais constituídos por horários diários que, por sua vez, são constituídos por um conjunto de períodos de funcionamento ao longo do dia. Na figura 3.6, é apresentado um esquema da constituição dos horários semanais.

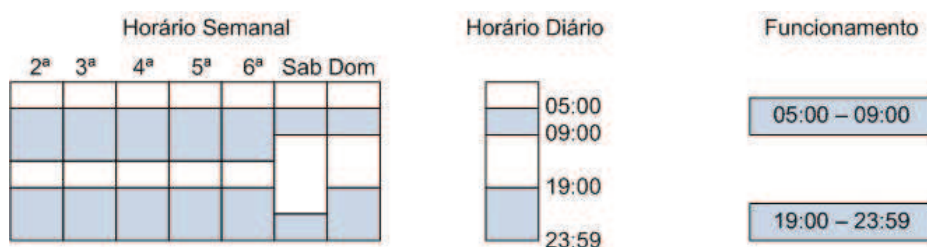


Figura 3.6 - Constituição dos horários semanais

De maneira a registar esta configuração de horários é necessário recorrer às entidades e relações apresentadas no bloco 3.

No bloco 4, está representada a relação necessária de maneira a que seja possível associar directamente os horários semanais aos equipamentos.

Finalmente no bloco 5, onde se encontra a entidade que irá criar uma tabela que será preenchida com base nas entidades anteriores e descarregada para os controladores.

3.4 - Casos de uso

Sendo a criação deste módulo da responsabilidade de quem implementa o SGTC, os casos de uso e o esboço de interface têm um papel importante aquando da entrega dos requisitos funcionais do sistema a quem desenvolver o mesmo. Na figura 3.7 é apresentado o diagrama dos casos de uso, complementado com a descrição dos casos presente no anexo B2.

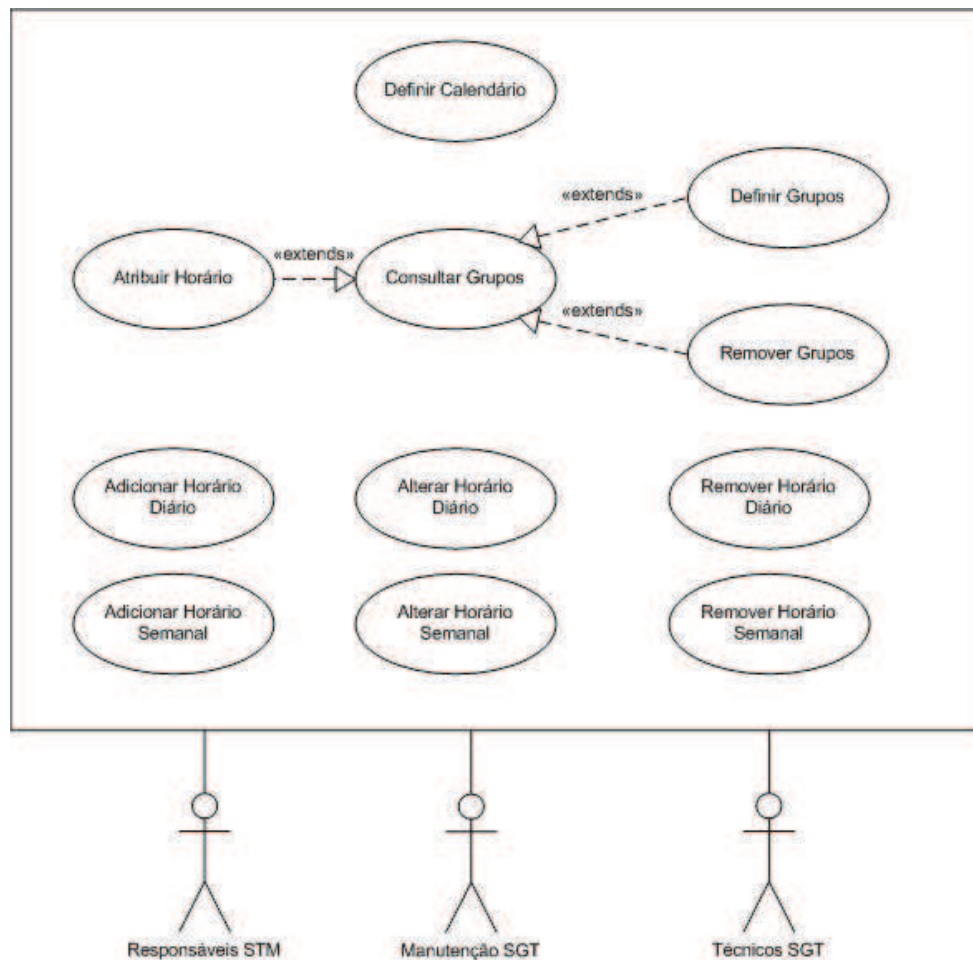


Figura 3.7 - Diagrama de casos de uso para o módulo de gestão de horários dos equipamentos

No anexo B2 está apresentada a descrição textual de parte dos casos de uso presentes na figura 3.7.

3.5 - Interfaces

O esboço de interface irá complementar a descrição textual dos casos de uso apresentados anteriormente. Mas neste caso específico, os casos de uso assumem outra importância, o facto de ajudarem também à compreensão do conceito por trás deste módulo de gestão de horários de equipamentos.

De seguida serão apresentados os esboços das interfaces mais relevantes para a compreensão do módulo.

Horários

Calendário: 2010

Janeiro

2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom
				01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Fevereiro

2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

Março

2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Abril

2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom
			01	02	03	04
05	06	07	08	09	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Maio

2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom
					01	02
03	04	05	06	07	08	09
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Junho

2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom
	01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

☒ Feriados ■
☐ Férias ■
☐ Dias Especiais ■

Selecione: Feriados

Figura 3.8 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Definir Calendário”

A interface apresentada na figura 3.8, é referente ao caso de uso “Definir Calendário”, aqui o utilizador pode definir o calendário anual, definindo as épocas de aulas/férias, os feriados e dias especiais. Com uma interface amigável e fácil de usar o utilizador tem uma visão global de todo o processo, evitando assim possíveis erros que podem surgir na definição do horário. O utilizador tem a possibilidade de carregar calendários já definidos realizar alterações e voltar a guardar.

Na figura 3.9, está representada a interface referente ao caso de uso “Consultar Grupos”. Nesta interface o utilizador pode navegar pela árvore verificando quais os horários já associados a esses mesmos ramos. Pode ainda activar a *flag* “inverno”, definindo assim se determinado grupo de equipamentos irá funcionar em horário de inverno.

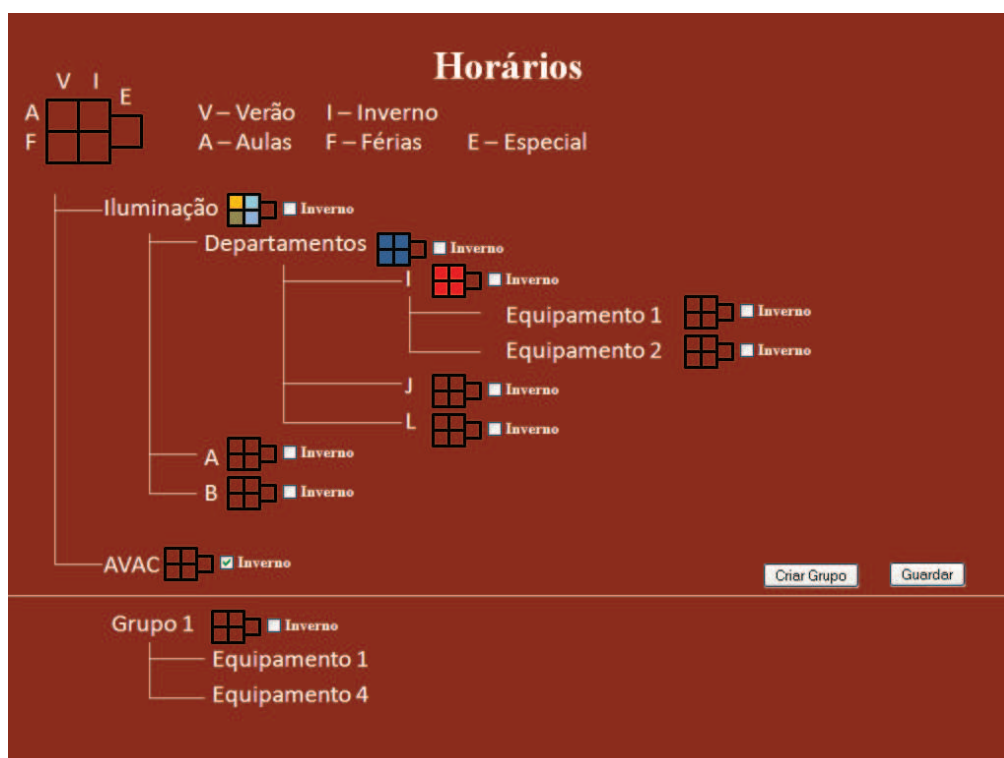


Figura 3.9 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Consultar Grupos”

Para atribuir um horário, o utilizador pressiona o nó desejado, sendo direccionado para uma interface como a representada na figura 3.10. Nessa interface o utilizador pode verificar quais os horários definidos nos nós superiores e inferiores.

Tem também disponível uma secção onde pode seleccionar horários padrão. Realizar comparação de horários, uma vez que tem a capacidade de visualizar simultaneamente mais do que um horário.

Quando atribuí um horário o utilizador tem a possibilidade de escolher a época, podendo escolher entre Verão/Inverno e Aulas/Férias ou então definir as semanas às quais serão atribuídas esse horário.

As prioridades são um aspecto importante ao qual o utilizador deve ter atenção quando procede à atribuição de horários a equipamentos ou grupos de equipamentos. Caso o utilizador defina semanas para ser atribuído determinado horário, esse horário será prioritário em relação aos horários sazonais. Na secção 3.6, são apresentadas as regras de prioridades a que este módulo irá obedecer.

Legenda:
V – Verão I – Inverno D – Definido
A – Aulas F – Férias

Árvore de Navegação:
Iluminação
├── Departamentos
└── Hall

Lista de Itens:
Iluminação Departamento
Iluminação Hall
Iluminação B
Iluminação B - Corredor
Caldeiras Departamentos
Caldeiras B

Atribuir:
☐ Todas estações ☐ Todo o ano ☐ Semana a
☐ Verão ☐ Aulas
☐ Inverno ☐ Férias

Horário Seleccionado: Iluminação Departamento

	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom	Feriado	Especial
Ataque Paragem	00:00 03:00	00:00 03:00	00:00 03:00	00:00 03:00	00:00 03:00	00:00 01:00	00:00 01:00	00:00 01:00	00:00 03:00
Ataque Paragem	07:00 12:00	07:00 12:00	07:00 12:00	07:00 12:00	07:00 12:00	10:00 12:00	10:00 12:00	09:00 12:00	07:00 12:00
Ataque Paragem	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	19:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59

Horário Comparativo: Iluminação Hall

	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom	Feriado	Especial
Ataque Paragem	00:00 06:00	00:00 06:00	00:00 06:00	00:00 06:00	00:00 06:00	00:00 01:00	00:00 01:00	00:00 01:00	00:00 03:00
Ataque Paragem	07:00 12:00	07:00 12:00	07:00 12:00	07:00 12:00	07:00 12:00	10:00 12:00	10:00 12:00	09:00 12:00	07:00 12:00
Ataque Paragem	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59	19:00 23:59	18:00 23:59	18:00 23:59

Figura 3.10 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Atribuir Horário”

3.6 - Prioridades

Conforme se viu, o módulo permite associar vários horários aos equipamentos. Para evitar possíveis erros nas atribuições de horários aos equipamentos, é necessário definir regras que devem estar presentes na implementação deste módulo e devem ser do conhecimento do utilizador. Irão existir 3 níveis de prioridades na atribuição dos horários, que são especificadas de seguida.

A nível dos grupos, como se pode verificar na figura 3.9, podem existir grupos adicionais para além dos grupos pré-definidos. Quando um equipamento pertence a um grupo definido pelo utilizador será o horário desse grupo que terá prioridade face aos horários atribuídos ao grupo pré-definido. Caso existam vários grupos definidos com o mesmo equipamento, terá prioridade o último grupo a ser criado, como se observa no exemplo da figura 3.11, o grupo que terá prioridade será o “Grupo 2”, visto que foi o último grupo a ser definido pelo utilizador.

A nível da árvore, quando um nó não tem qualquer horário definido, o horário correspondente será o horário herdado dos nós superiores. Como se verifica na figura 3.11, o “equipamento 2” não tem nenhum horário definido, sendo atribuído o horário definido no ramo “I”.

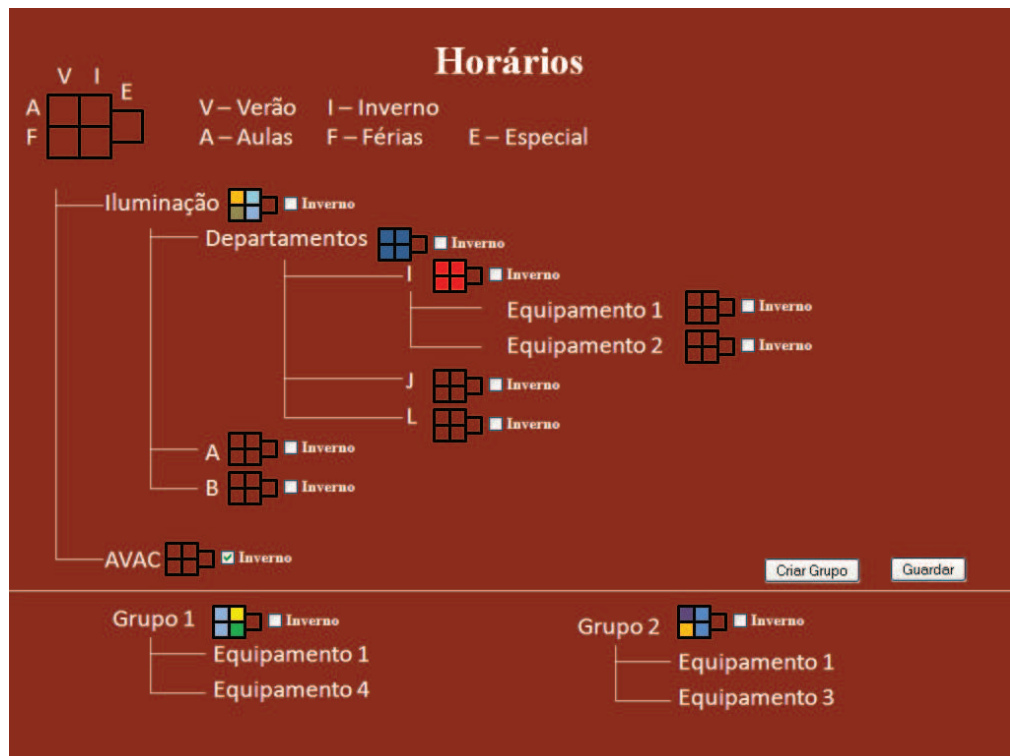


Figura 3.11 - Esboço de interface referente ao caso de uso: “Atribuir Horário”

A nível dos horários, como visto anteriormente, os mesmos podem ser atribuídos consoante a época do ano ou então por um dado período de tempo especificado pelo utilizador.

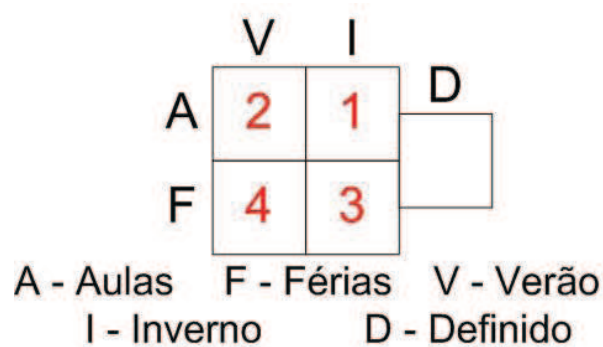


Figura 3.12 - Esquema de atribuição de horários

Caso exista um horário definido para um dado período de tempo, bloco D da figura 3.12, esse horário será prioritário relativamente aos horários sazonais.

Na falta de horário definido, para a época em questão aquando da distribuição dos horários pelos respectivos controladores, o horário atribuído será o horário do nó superior definido para essa época.

Não havendo qualquer tipo de horário definido, nos nós anteriores para essa época, o horário será atribuído consoante as prioridades definidas na figura 3.12. Por exemplo, estando na época de aulas/verão e não existindo horário definido para essa época nesse nó e nos nós superiores, será atribuído o horário definido com maior nível de prioridade, sendo o horário atribuído, o referente à época verão/inverno.

Com a definição destas prioridades é possível garantir o bom funcionamento do módulo de gestão de horários dos equipamentos.

Capítulo 4

Integração a nível da gestão

Este capítulo apresenta uma aplicação de teste para acesso aos dados do SCADA do SGTC através de *Webservices*.

O módulo de integração do *Webservice* será desenvolvido numa fase posterior do projecto. Agora tratou-se de efectuar um contacto preliminar com a tecnologia através de uma aplicação teste.

No capítulo começa por ser apresentada uma análise preliminar dos dados a exportar. De seguida é feita uma breve apresentação da tecnologia dos *Webservices* e do “Web Service Toolkit” integrado no pacote do SCADA, comercializado pela empresa “Arc Informatique”, o “PCVue”. Na parte final é apresentada a aplicação de teste desenvolvida.

4.1 - Análise preliminar de requisitos do sistema

O levantamento preliminar das necessidades relativas aos dados que devem ser exportados, permitiu identificar 3 grandes grupos de dados, são eles:

1. Consumos energéticos por espaço (edifício e piso) e tipo de equipamento (iluminação, AVAC, etc...)
2. Tempos de funcionamento e de avarias dos equipamentos
3. Temperatura e qualidade do ar

4.2 - Soluções para integração de dados

No passado cada aplicação tinha a sua linguagem, a sua comunicação com outra aplicação de linguagem diferente era praticamente impossível. Hoje em dia é praticamente impensável que as aplicações sejam fechadas, não comuniquem com o exterior, no entanto as suas

linguagens continuam diferentes, há então que solucionar esse problema, através de uma camada que possibilite a comunicação entre aplicações baseadas em diferentes tecnologias. Foi então que surgiram os *Webservices* que vieram solucionar o problema de comunicação entre aplicações. Na figura 4.1, pode-se observar qual a posição que os *Webservices* ocupam na comunicação das aplicações.

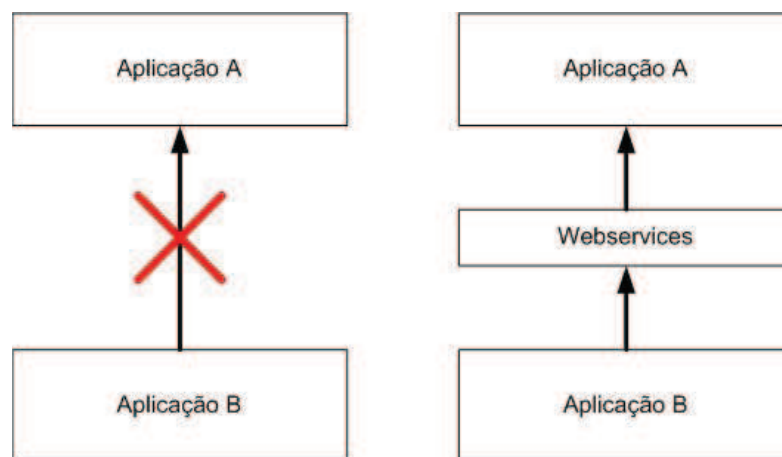


Figura 4.1 - Posição dos *Webservices* na comunicação entre aplicações

Os *Webservices* recorrem a formatos standard os quais serão brevemente apresentados de seguida.

O XML (*eXtensible Markup Language*) é um formato, normalizado, de criar documentos organizados numa forma hierárquica.

O SOAP (*Simple Object Access Protocol*) é um dos principais componentes dos *Webservices*. É um protocolo para troca de informações num ambiente distribuído. É baseado em definições XML e utilizado para aceder aos *Webservices*. Este protocolo encapsula as chamadas e retornos aos métodos dos *Webservices*, sendo utilizado, tradicionalmente, sobre HTTP. Para a implementação de um *Webservice* SOAP, os dados devem ser trocados no formato XML e a descrição do serviço deve estar num ficheiro WSDL [5,6].

WSDL (*Web Services Definition Language*), especificada pela W3C, define um sistema para a descrição de serviços e troca de mensagens independentemente dos formatos das mensagens e dos protocolos utilizados. Baseada em linguagem XML, é responsável por invocar o próprio *Webservice* [5,6].

UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*) é uma especificação técnica que tem como objectivo descrever, descobrir e Integrar *Webservices*. Com isto pretende-se promover a interoperabilidade e utilização dos *Webservices*. O UDDI é assim uma plataforma de publicação de *Webservices* [5,6].

Esta breve introdução a estes formatos é útil na medida em que permite uma compreensão da tecnologia utilizada na implementação desta aplicação de teste.

4.3 - Apresentação do “Web Service Toolkit”

Para implementar a aplicação de teste, recorrer-se-á a uma ferramenta que integra o pacote de *software* do SCADA, denominado “*Web Services Toolkit*” [7]. Com esta ferramenta é possível aplicar os *Webservices* no SCADA, conseguindo exportar os dados nele contidos. O manual do “*Web Services Toolkit*” apresenta as funções disponíveis e como elas devem funcionar. Nesta secção é apresentado o funcionamento da aplicação recorrendo as funções fornecidas pela ferramenta.

4.3.1 - Acesso aos dados

A ferramenta possibilita o acesso aos seguintes tipos de dados:

- Session management
- Real time data access
- Real time alarm access
- Historical data access: Logged events and trends

Estes acessos são possíveis através de 4 *Webservices* XML SOAP:

- SessionContext
- RealTimeData
- RealTimeAlarm
- HistoricalData

Presentes em ficheiros WSDL, com todas as funções necessárias, para realizar a comunicação entre o SCADA e o exterior.

4.3.2 - Gestão de sessões

É com este serviço que o cliente irá criar uma sessão no servidor. O servidor irá atribuir um id (SessionId) ao cliente, id esse que é necessário para o cliente se identificar quando faz pedidos.

Caso o tempo de sessão seja excedido, o cliente perde o SessionId. Quando termina o acesso aos dados, o cliente pode fechar a sessão através da função SessionClose().

Na figura 4.2, é possível visualizar o diagrama sequencial deste serviço.

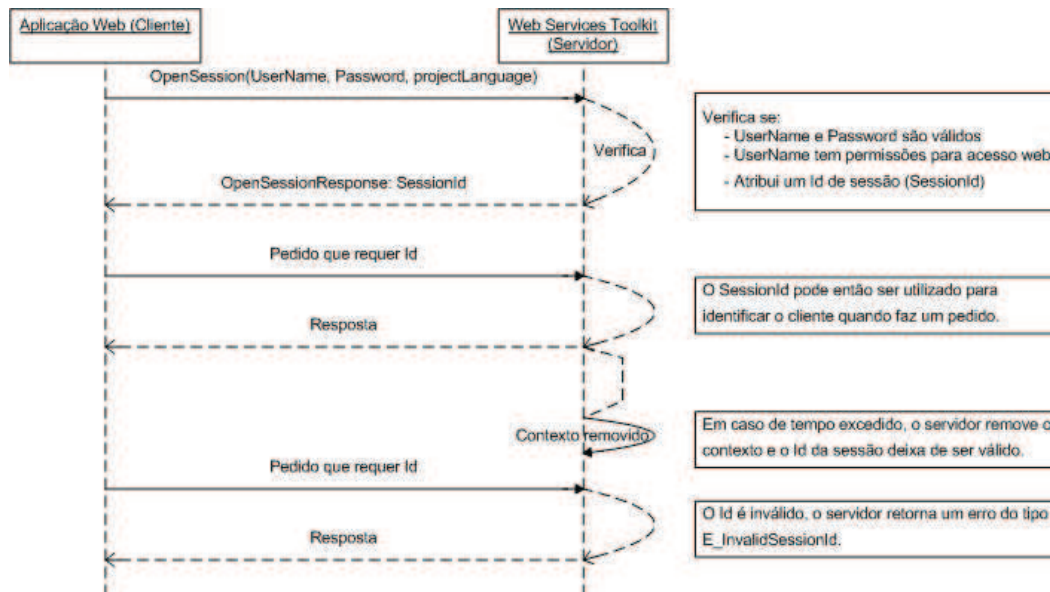


Figura 4.2 - Princípio de funcionamento: Session Management, [7].

4.3.3 - Acesso aos dados em tempo real

Este serviço permite o acesso aos dados em tempo real, esse acesso pode ser realizado de maneira simples, cujo funcionamento é representado na figura 4.3, ou através da subscrição de variáveis, figura 4.4.

O acesso simples aos dados permite os seguintes tipos de acessos: leitura, escrita e leitura de propriedades das variáveis.

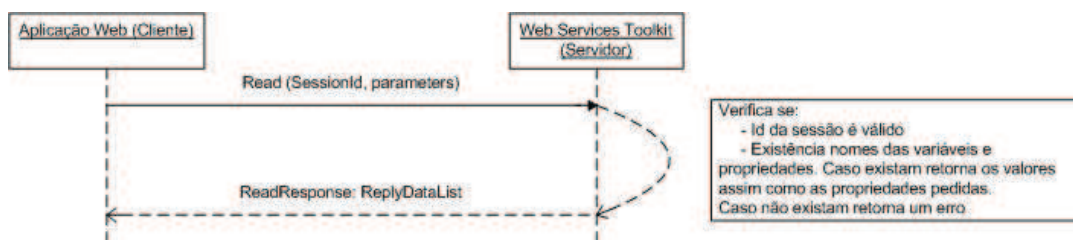


Figura 4.3 - Princípio de funcionamento: Real Time Data, [7].

Na subscrição de dados em tempo real, o cliente envia determinados parâmetros para o servidor que por sua vez os valida e atribui um id (SubscriptionId). É com base neste SubscriptionId e no SessionId que o servidor envia os dados desejados pelo cliente.

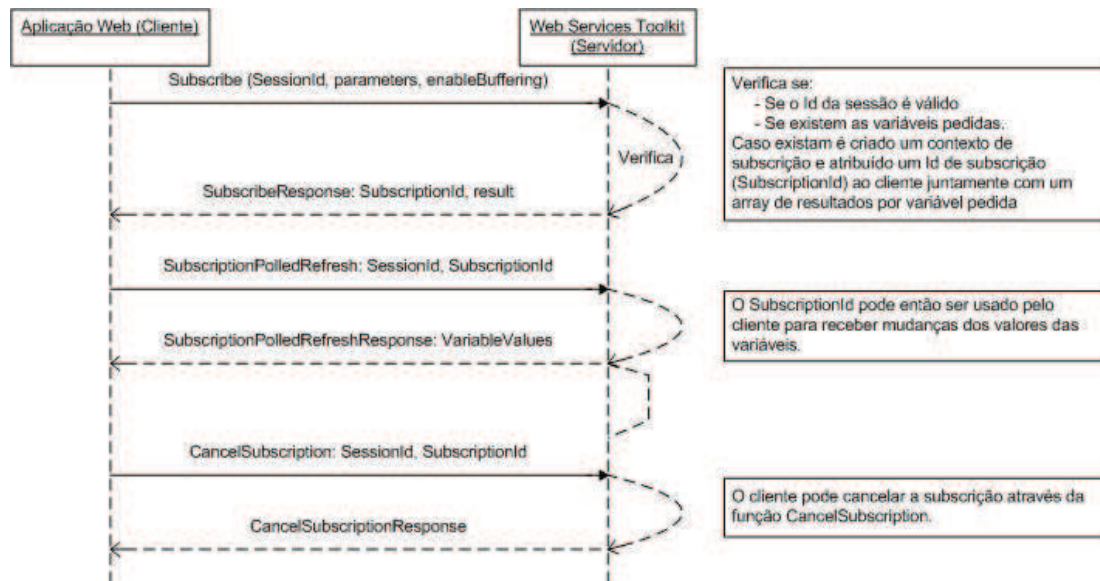


Figura 4.4 - Princípio de funcionamento: Subscription Real Time Data, [7].

4.3.4 - Acesso aos alarmes em tempo real

Este serviço faz com que o servidor tenha a capacidade de fornecer ao cliente uma lista de alarmes através de uma subscrição. Semelhante ao serviço de subscrição dos dados em tempo real, o cliente irá enviar um filtro com os alarmes que deseja visualizar, o servidor irá atribuir um id (SubscriptionId) que juntamente com o SessionId irá permitir o envio dos alarmes desejados pelo cliente.

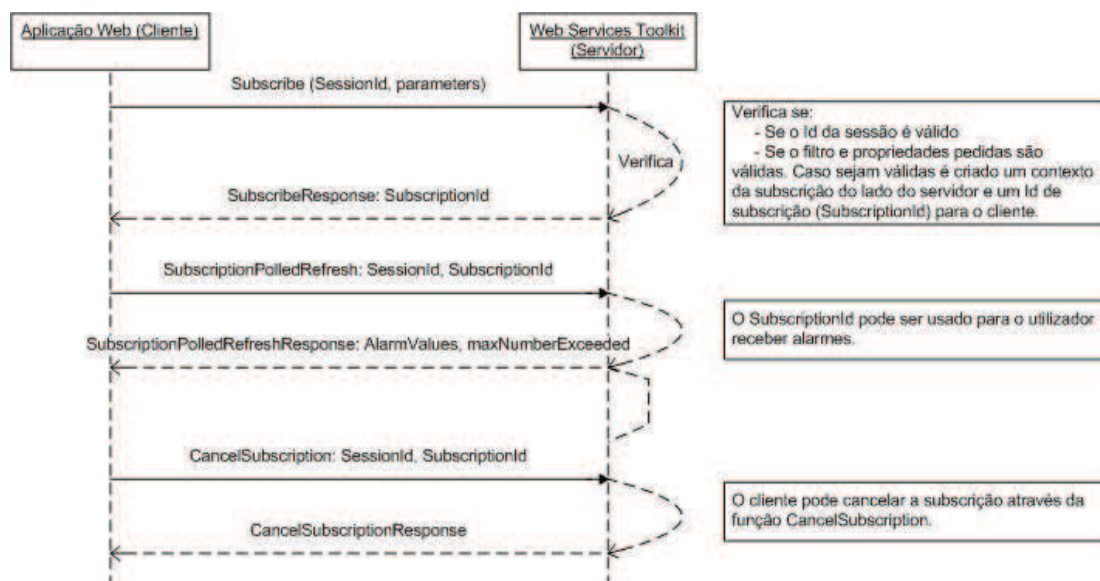


Figura 4.5 - Princípio de funcionamento: Real Time Alarm, [7].

4.3.5 - Acesso aos dados históricos

Este serviço permite o acesso aos dados históricos. O cliente irá enviar um pedido com os parâmetros que deseja visualizar. Por seu lado, o servidor atribui um id (RequestId). Será com base no SessionId, RequestId e ainda nas variáveis StartTime (início) e EndTime (fim) que o cliente se identifica e informa o período e os valores que deseja visualizar.

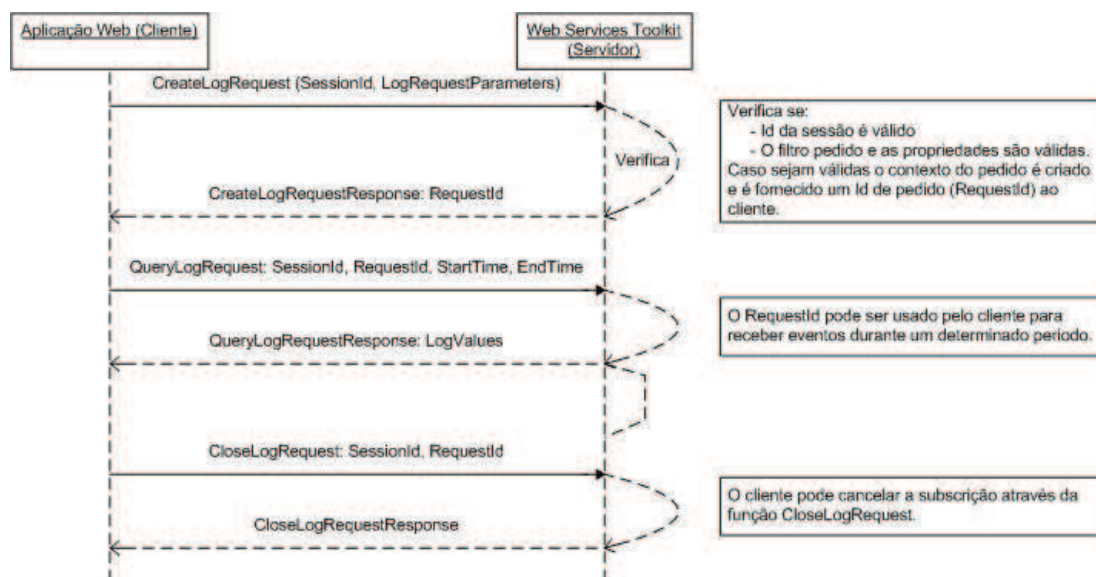


Figura 4.6 - Princípio de funcionamento: Historical Data, [7].

4.4 - Implementação da aplicação de teste

Para implementar esta solução é necessário ter, por parte do servidor, uma aplicação que contenha os valores que irão ser exportados para a interface Web. Assim sendo, foi desenvolvida uma aplicação de teste no SCADA (PCVue) e posteriormente desenvolvida a aplicação Web. O importante neste capítulo é a apresentação do conceito e sua implementação, pelo que, não é necessário proceder a implementação de uma grande quantidade de dados. Para tal, foi decidido que o sucesso desta aplicação de teste passava por conseguir que a aplicação Web apresentasse os dados em tempo real do estado e tempo de funcionamento do equipamento simulado na interface do SCADA. De modo a validar o teste, a aplicação do SCADA e a aplicação Web irão correr em máquinas separadas.

Na implementação da aplicação foram utilizados os acessos “Session management” e “Real Time Data Access” referentes aos ficheiros WSDL “SessionContext” e “RealTimeData” respectivamente. O objectivo desta implementação é ter acesso aos dados do SCADA em tempo real, para o qual o uso do ficheiro “RealTimeData” é indispensável. O ficheiro

“SessionContext” também é imprescindível visto que para ter acesso a qualquer tipo de dados é necessário abrir uma sessão no SCADA.

Para um melhor entendimento de como será implementada esta aplicação de teste, de seguida é apresentado na figura 4.7 um diagrama de sequência com as funções utilizadas.

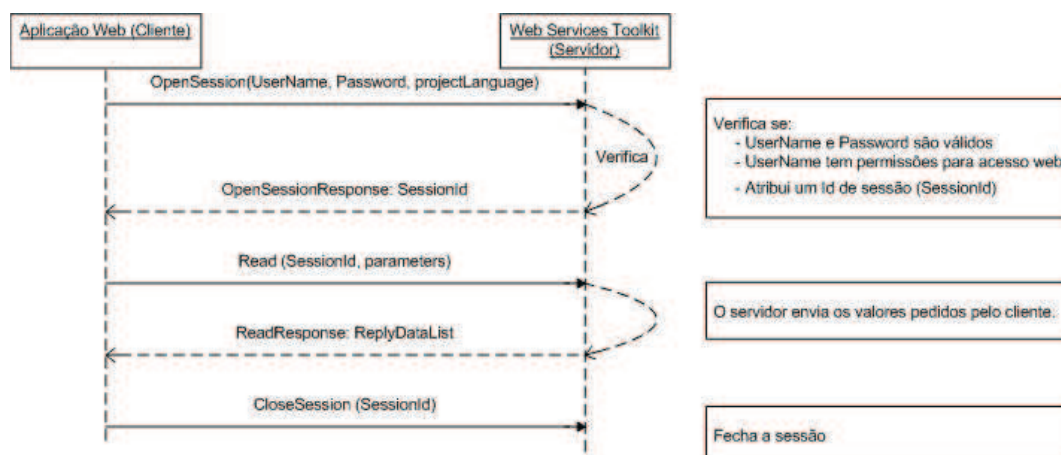


Figura 4.7 - Princípio de funcionamento da aplicação de teste

A função “OpenSession” foi utilizada para abrir uma sessão no SCADA para que seja possível ter acesso aos dados. De seguida feito um pedido ao servidor com o envio do Id da sessão e os parâmetros desejados, do resultado foram extraídos os valores desejados com base nas funções “VariableValue.value” e “VariableValue.Timestamp” Finalmente é fechada a sessão com a função “CloseSession”.

Podem ser utilizadas funções como “OpenSessionResponse” e ainda “VariableValue.Quality” de maneira a saber a resposta ao pedido de abertura de sessão e qualidade da variável entre muitas outras funções presentes nos 4 ficheiros WSDL.

4.4.1 - SCADA

Na figura 4.8, é apresentada a interface da aplicação do SCADA utilizada. A aplicação consiste na simulação do funcionamento dum equipamento com o seu estado e tempo de funcionamento. A interface é constituída por um indicador de estado ON/OFF com o código de cor verde/cinza e ainda um indicador do tempo de funcionamento. Devido a não ser possível simular a aplicação com variáveis externas, foi criada uma “consola de simulação” que possibilita alterar os valores anteriormente descritos, assim é possível mudar o estado do bit e também o valor do inteiro.

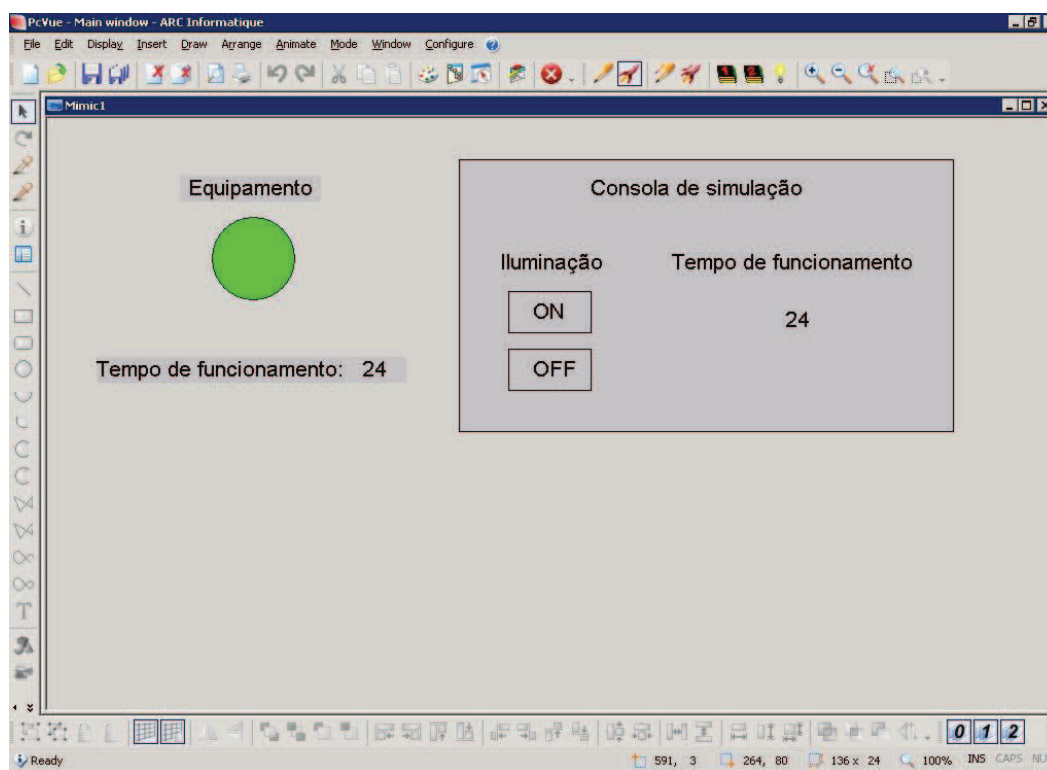


Figura 4.8 - Interface da aplicação de teste do SCADA

4.4.2 - Aplicação Web

De seguida é apresentada a aplicação de teste dos *Webservices*, a qual inclui o acesso a dados do tipo inteiro e bit (booleano).

A interface da aplicação de teste está apresentada na figura 4.9 e, como se pode observar, tem capacidade de exportar os dados referentes ao estado e tempo de funcionamento, do equipamento simulado na interface do SCADA, assim como a hora em que houve a última alteração das respectivas variáveis. Também é possível verificar que a aplicação tem capacidade de realizar operações com os dados exportados.

Aplicação-teste: Webservices

Equipamento

Estado Atualizada

Tempo de Funcionamento Atualizada

Tempo de funcionamento(*2)

Figura 4.9 - Aplicação Web com dados exportados do SCADA

4.4.3 - Código da aplicação

De maneira a possibilitar a compreensão da aplicação de teste, para que a mesma seja implementada no futuro, é apresentado o código da aplicação devidamente comentado.

```
protected void button_var1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    // Cria uma variável "sid" que será o id da sessão
    string sid = "null";

    // Cria o objecto "proxy" para estabelecer a ligação
    SessionContext proxy = new SessionContext();

    // envia o username, password e linguagem. recebe "sid"
    Result r = proxy.OpenSession("username", "password",
    SVLanguage.ContextDefault, out sid);

    // cria objecto "rtd" para real time data
    RTD.RealTimeData rtd = new RTD.RealTimeData();

    // cria objecto "pars" para o pedido os parametros da variável
    RTD.VariableRequestParameters pars = new
    RTD.VariableRequestParameters();

    // cria objecto "res" para o resultado da variável
    RTD.VariableValue[] res = new RTD.VariableValue[2];

    // define 2 variáveis para funcionamento e estado
    string[] variavel = new string[2];
    variavel[0] = "equipamento.funcionamento";
    variavel[1] = "equipamento.estado";
    pars.variableNames = variavel;

    // pede os valores da variável enviando "sid" e "pars", recebe "res"
    rtd.Read(sid, pars, out res);
}
```

```
//mostra os valores das variáveis nas respectivas caixas de texto
    textbox_estado.Text = res[1].value.ToString();
    textbox_estadotime.Text = res[1].Timestamp.ToString();
    textbox_funcionamento.Text = res[0].value.ToString();
    textbox_funcionamentotime.Text = res[0].Timestamp.ToString();

// converte o valor num inteiro para realizar a operação
    int k = Convert.ToInt32(res[0].value.ToString());

// multiplica o valor por 2, transforma em string e coloca na caixa
de texto
    textbox_funcionamento2.Text = (2 * k).ToString();

// encerra a sessão
    proxy.CloseSession(sid);
}
```

Capítulo 5

Conclusão

Para além de contribuir para a integração dos sistemas de gestão técnica e de gestão da manutenção da FEUP, as ferramentas desenvolvidas ao longo do projecto contribuíram, também, para implementação do novo SGTC. Pode assim concluir-se que as mesmas foram desenvolvidas com sucesso.

Foi implementada a base de dados recorrendo ao modelo de dados apresentado neste documento e desenvolvidos os *scripts* que permitem a importação dos dados das folhas de levantamento. Actualmente, a empresa responsável pela implementação do novo SGTC procede ao levantamento dos equipamentos utilizando as folhas de registo desenvolvidas neste projecto, sendo que esta informação está a ser importada com sucesso para a base de dados através dos *scripts*.

Encontra-se em desenvolvimento o módulo de gestão de horários dos equipamentos controlados pelo SGTC com base nos elementos apresentados neste documento. Devido a ser uma solução implementada por uma entidade exterior à FEUP, os elementos de especificação da solução, o modelo de dados e a apresentação dos requisitos funcionais baseados em casos de uso complementados com o esboço da interface contribuíram para o esclarecimento de dúvidas que existiam em relação a este módulo.

A aplicação de teste, relativa à integração da monitorização operacional dos equipamentos, permitiu validar a tecnologia dos *Webservices* para a exportação de dados do sistema de supervisão. Os elementos apresentados irão contribuir para uma futura implementação desta aplicação, no entanto deverá ser realizada uma análise profunda aos requisitos, pois só foi realizada uma análise preliminar aos mesmos.

Anexo A1

Entidades do modelo de dados

Equipamento	Equipamentos
id_equipamento	Id do Equipamento
codigo_sgt	Código do Equipamento no SGT
codigo_ant	Código Anterior do Equipamento
etiqueta	Etiqueta do Equipamento
descricao	Descrição do Equipamento
#id_tipo_equipamento	Tipo do Equipamento
#id_familia	Família do Equipamento
#id_modelo	Modelo do Equipamento
#id_espaco	Espaço onde o Equipamento está instalado
ES_Equipamento	Entradas e Saídas dos Equipamentos
id_es_equipamento	Id da Entrada e Saída dos Equipamentos
es	Entrada ou Saída
ad	Analógica ou Digital
descricao	Descrição da E/S do Equipamento
descricao_ant	Descrição Anterior da E/S
#id_tipo_es_equipamento	Tipo de E/S do Equipamento
#id_equipamento	Equipamento a que pertence
Controlador	Controladores
id_controlador	Id do Controlador
codigo	Código do Controlador
descricao	Descrição do Controlador
es_utilizadas_ed	Número de Entradas Digitais Utilizadas
es_utilizadas_ea	Número de Entradas Analógicas Utilizadas
es_utilizadas_sd	Número de Saídas Digitais Utilizadas
es_utilizadas_sa	Número de Saídas Analógicas Utilizadas
es_maximo_ed	Número Máximo de Entradas Digitais
es_maximo_ea	Número Máximo de Entradas Analógicas
es_maximo_sd	Número Máximo de Saídas Digitais
es_maximo_sa	Número Máximo de Saídas Analógicas
#id_quadro	Quadro onde o Controlador está instalado

ES_Controlador	Entradas e Saídas dos Controladores
id_es_controlador	Id da Entrada e Saída do Controlador
es	Entrada ou Saída
ad	Analógica ou Digital
numero	Número da E/S
descricao	Descrição da E/S do Controlador
#id_tipo_es_controlador	Tipo de E/S do Controlador
#id_controlador	Controlador a que pertence
Regua_C	Entradas e Saídas dos Controladores
id_regua_c	Id da Régua do Controlador
etiqueta	Etiqueta da Régua do Controlador
descricao	Descrição da Régua do Controlador
Borne_RC	Borne da Régua de Ligação do Controlador
id_borne_rc	Id do Borne da Régua do Controlador
numero	Número do Borne
descricao	Descrição do Borne
cabo_cr_etiqueta_c	Cabo de ligação Controlador/Régua - Etiqueta Controlador
cabo_cr_etiqueta_r	Cabo de ligação Controlador/Régua - Etiqueta Régua
cabo_cr_num	Cabo de ligação Controlador/Régua - Número do Cabo
cabo_cr_cor	Cabo de ligação Controlador/Régua - Cor do Cabo
cabo_re_num	Cabo de ligação Régua/Equipamento - Número do Cabo
cabo_re_cor	Cabo de ligação Régua/Equipamento - Cor do Cabo
#id_regua_c	Régua do Controlador a que pertence
#id_es_controlador	E/S do Controlador a que liga
Quadro	Quadro
id_quadro	Id do Quadro
codigo	Código do Quadro
descricao	Descrição do Quadro
#id_espaco	Espaço onde o Quadro está instalado
#id_tipo_quadro	Tipo de Quadro
Actuador	Actuador
id_actuador	Id do Actuador
num_cabo	Número do Cabo que liga ao Actuador
numero	Número do Actuador
etiqueta	Etiqueta do Actuador
descricao	Descrição do Actuador
#id_quadro	Quadro a que pertence
#id_tipo_actuador	Tipo de Actuador
Relé	Relé
id_rele	Id do Relé
etiqueta	Etiqueta do Relé
num_cabo	Número do Cabo que liga ao Relé
descricao	Descrição do Relé
#id_quadro	Quadro a que pertence
#id_tipo_rele	Tipo de Relé

Regua_E	Régua do Equipamento
id_regua_e	Id da Régua do Equipamento
etiqueta	Etiqueta da Régua do Equipamento
descricao	Descrição da Régua do Equipamento
#id_quadro	Quadro a que pertence
Borne_RE	Bornes da Régua do Equipamento
id_borne_re	Id do Borne da Régua do Equipamento
num_entrada	Número da Entrada do Borne
num_saida	Número da Saída do Borne
numero	Número do Borne
descricao	Descrição do Borne
#id_regua_e	Régua do Equipamento a que liga
Modelo	Modelo
id_modelo	Id do Modelo
nome	Nome do Modelo
descricao	Descrição do Modelo
#id_fabricante	Fabricante do Modelo
Fabricante	Fabricante
id_fabricante	Id do Fabricante
nome	Nome do Fabricante
descricao	Descrição do Fabricante
Familia	Família do Equipamento
id_familia	Id da Família do Equipamento
nome	Nome da Família
descricao	Descrição da Família
Espaco	Espaços
id_espaco	Id do Espaco
codigo	Código do Espaço
descricao	Descrição do Espaço
#id_tipo_espaco	Tipo de Espaço
#id_piso	Piso a que pertence
Piso	Piso
id_piso	Id do Piso
codigo	Código do Piso
descricao	Descrição do Piso
#id_bloco	Bloco a que pertence
Bloco	Bloco do Edifício
id_bloco	Id do Bloco
codigo	Código do Bloco
descricao	Descrição do Bloco
#id_edificio	Edifício a que pertence

Edifício	Edifício
id_edificio	Id do Edifício
codigo	Código do Edifício
descricao	Descrição do Edifício
departamento	Se é departamento
Tipo_Equipamento	Tipo de Equipamento
id_tipo_equipamento	Id do Tipo de Equipamento
nome	Nome do Tipo de Equipamento
descricao	Descrição do Tipo de Equipamento
Tipo_ES_Equipamento	Tipo de E/S do Equipamento
id_tipo_es_equipamento	Id do Tipo de E/S do Equipamento
nome	Nome do Tipo de E/S do Equipamento
descricao	Descrição do Tipo de E/S do Equipamento
Tipo_ES_Controlador	Tipo de E/S do Controlador
id_tipo_es_controlador	Id do Tipo de E/S do Controlador
nome	Nome do Tipo de E/S do Controlador
descricao	Descrição do Tipo de E/S do Controlador
Tipo_Espaço	Tipo de Espaço
id_tipo_espaco	Id do Tipo de Espaço
nome	Nome do Tipo de Espaço
descricao	Descrição do Tipo de Espaço
Tipo_Actuador	Tipo de Actuador
id_tipo_actuador	Id do Tipo de Actuador
nome	Nome do Tipo de Actuador
descricao	Descrição do Tipo de Actuador
Tipo_Rele	Tipo de Relé
id_tipo_rele	Id do Tipo de Relé
nome	Nome do Tipo de Relé
descricao	Descrição do Tipo de Relé
Tipo_Quadro	Tipo de Quadro
id_tipo_quadro	Id do Tipo de Quadro
nome	Nome do Tipo de Quadro
Descricao	Descrição do Tipo de Quadro

Anexo A2

Entidades do bloco variáveis dos controladores

Variavel	Variáveis
id_variavel	Id da Variável do Autómato
codigo	Código da Variável
descricao	Descrição da Variável
Word	Words
id_word	Id da Word
codigo	Código da Word
descricao	Descrição da Word
Bit	Bits
id_bit	Id do Bit
numero	Número do Bit
codigo	Código do Bit
descricao	Descrição do Bit
#id_word	Word a que pertence
Inteiro	Inteiro
id_inteiro	Id do Inteiro
codigo	Código do Inteiro
descricao	Descrição do Inteiro

Folhas de levantamento

Etiqueta	Relé	Tipo	Régua Equipamento	Atuador	Quadro	Cabo [Eq- Cor							
	Nº		Etiqu	IN	Nº	OUT	Etiqueta	Nº	Tipo		Nº	Cor	
VI 2.1		24VDC					VI 2.1		Contactor	Q.E.L.S.P.2.1			
							VI 2.1		Contactor	Q.E.L.S.P.2.1			
VE 2.1		24VDC					VE 2.1		Contactor	Q.E.L.S.P.2.1			
							VE 2.1		Contactor	Q.E.L.S.P.2.1			
VI 2.2		24VDC					VI 2.2		Contactor	Q.E.L.S.P.2.2			
							VI 2.2		Contactor	Q.E.L.S.P.2.2			
VE 2.2		24VDC					VE 2.2		Contactor	Q.E.L.S.P.2.2			
							VE 2.2		Contactor	Q.E.L.S.P.2.2			
VI 2.3		24VDC					VI 2.3		Contactor	Q.E.L.S.P.2.5			
							VI 2.3		Contactor	Q.E.L.S.P.2.5			
VE 2.3		24VDC					VE 2.3		Contactor	Q.E.L.S.P.2.5			
							VE 2.3		Contactor	Q.E.L.S.P.2.5			
C1	1	24VDC	C	22	11	11	Corredor		TL5	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2	11	Az
			E		1		Corredor		TL5	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2		
C1	1	24VDC	C	22	12	12	Corredor		TL6	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2	12	Az
			E		1		Corredor		TL6	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2		
C1	1	24VDC	C	22	22	22	Hall - S		TL1	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2	22	Az
			E		1		Hall - S		TL1	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2		
C1	1	24VDC	C	22	23	23	Corredor - S		TL2	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2	23	Az
			E		1		Corredor - S		TL2	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2		
C1	1	24VDC	C	22	24	24	Corredor - S		TL3	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2	24	Az
			E		1		Corredor - S		TL3	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2		
C2	2	24VDC	C	25	25	25	Sanitários - S		TL4	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2	25	Az
			E		2		Sanitários - S		TL4	Telerruptor	Q.E.L.S.P.2		
R1											CT92S		
R2											CT92S		
											CT92S		
											CT92S		
											CT92S		
											CT92S		

Descrição	Equipamento			Local		C/T	Tipo	Dispositivo	Cabo (Controlador - Sinal)			Reserva		Cabo (Reserva - Equip)	
	Equipe	Modelo	Fabricante	Instalado	Servido	tp	E/S A/D		Struc.	tp	Cor	Bus	Bus	tp	Cor
Vent. Insuf.ção	VI 2.1			I Coberntura	II 01	1.1	SD	VI 2.1 - Comando	WSD 1		Wh		SD	2	1
Vent. Insuf.ção	VI 2.1			I Coberntura	II 01	1.1	ED	VI 2.1 - Estado	WED 1		Wh		ED	2	1.1
Vent. Extracção	VE 2.1			I Coberntura	II 01	1.2	SD	VE 2.1 - Comando	WSD 1		Bn		SD	4	2
Vent. Extracção	VE 2.1			I Coberntura	II 01	1.2	ED	VE 2.1 - Estado	WED 1		Bn		ED	4	2.1
Vent. Insuf.ção	VI 2.2			I Coberntura	II 02	1.3	SD	VI 2.2 - Comando	WSD 1		Gh		SD	6	3
Vent. Insuf.ção	VI 2.2			I Coberntura	II 02	1.3	ED	VI 2.2 - Estado	WED 1		Gh		ED	6	3.1
Vent. Extracção	VE 2.2			I Coberntura	II 02	1.4	SD	VE 2.2 - Comando	WSD 1		Ye		SD	8	4
Vent. Extracção	VE 2.2			I Coberntura	II 02	1.4	ED	VE 2.2 - Estado	WED 1		Ye		ED	8	4.1
Unidade Insuf.ção	VI 2.3			I Coberntura	II 05	1.5	SD	VI 2.3 - Comando	WSD 1		Gv		SD	10	5
Unidade Insuf.ção	VI 2.3			I Coberntura	II 05	2.5	ED	VI 2.3 - Estado	WED 1		Gv		ED	10	5.1
Unidade Extracção	VE 2.3			I Coberntura	II 05	1.6	SD	VE 2.3 - Comando	WSD 1		Pk		SD	12	6
Unidade Extracção	VE 2.3			I Coberntura	II 05	1.6	ED	VE 2.3 - Estado	WED 1		Pk		ED	12	6.1
Iluminação	Corredor					2.1	SD	Iluminação - Comando 1	WSD 2		Pk/Bn		SD	18	10
Iluminação	Corredor					2.1	ED	Iluminação - Estado 1	WED 2		Pk/Bn		ED	26	10
Iluminação	Corredor					2.1	SD	Iluminação - Comando 1	WSD 2		Pk/Bn		SD	18	10
Iluminação	Corredor					2.1	ED	Iluminação - Estado 1	WED 2		Pk/Bn		ED	26	10
Iluminação	Hall - 8					2.1	SD	Iluminação - Comando 1	WSD 2		Pk/Bn		SD	18	10
Iluminação	Hall - 8					2.1	ED	Iluminação - Estado 1	WED 2		Pk/Bn		ED	26	10
Iluminação	Corredor - 8					2.1	SD	Iluminação - Comando 1	WSD 2		Pk/Bn		SD	18	10
Iluminação	Corredor - 8					2.1	ED	Iluminação - Estado 1	WSD 2		Pk/Bn		ED	26	10
Iluminação	Corredor - 8					2.1	SD	Iluminação - Comando 1	WSD 2		Pk/Bn		SD	18	10
Iluminação	Corredor - 8					2.1	ED	Iluminação - Estado 1	WED 2		Pk/Bn		ED	26	10
Iluminação	Sanitários - 8					2.2	SD	Iluminação - Comando 2	WSD 2		Gv/Bn		SD	20	11
Iluminação	Sanitários - 8					2.2	ED	Iluminação - Estado 2	WED 2		Gv/Bn		ED	28	11
Sens. Temp. Amb.	Fiso 1 Fcorte	LN-TT911	Sony		II 02	1.1	EA	NTC 10K	WED 4		Wh		EA	2	16
Valv. Sec.	V3M - 95 D/1	478-2-202	Satchwell			1.7	SD	Valv. Sec. V3M - 95.1	WSD 1		Bu		SD	14	14
Valv. Sec.	V3M - 95.2D	478-2-202	Satchwell			1.6	SD	Valv. Sec. V3M - 95.2D	WSD 1		Rd		SD	16	15
Elevador	26		Schindler	1483			ED	Elevador 26 - Porta Aberta	WED 3		Bv/Bn		ED	32	a
Elevador	26		Schindler	1483			ED	Elevador 26 - Avante	WED 2		Rd/Bv		ED	34	b
Elevador	26		Schindler	1483			ED	Elevador 26 - Atrás	WED 2		Vt		ED	36	a
Elevador	26		Schindler	1483			ED	Elevador 26 - Cmd. Bomba	WED 2		Rd		ED	36	b

Anexo A4

Informação na base de dados

es_es_equipment	ad_es_equipment	descricao_es_equi	descricao_anterior	id_tipo_es_equipa	id_equipamento	codigo_sgt_equipa	codigo_anterior_e	etiqueta_equipame	descricao_equipar	id_tipo_equipamer	id_subsistema	id_espaco	id_modelo	id_rel_es_equipan	ir_rel_es_equipame	id_rele	etiqueta_rele	numero_rele	numero_cabo_rele	id_tipo_rele	id_rel_rele_borne	id_rel_es_equipan	id_actuador	etiqueta_actuador
S	A			1	13			Piso 1 Poente	Sensor Temperatura Ambiente	1	1	84	1	1	NULL	0			0	0	0			
S	D			1	16			26	Elevador	1	1	261	1	2	NULL	0			0	0	0			
S	D			1	16			26	Elevador	1	1	261	1	3	NULL	0			0	0	0			
S	D			1	16			26	Elevador	1	1	261	1	4	NULL	0			0	0	0			
S	D			1	16			26	Elevador	1	1	261	1	5	NULL	0			0	0	0			
E	D			1	14			V3M - 95 0H	Válvula Seccionamento 1	1	1	1	1	NULL	1	9	FR		1	2	0	0		
E	D			1	15			V3M - 95 2D	Válvula Seccionamento 2	1	1	1	1	NULL	2	10	FR		1	5	0	0		
S	D			1	4			VI 2.1	Ventilador de Insuflação 2.1	1	1	265	1	NULL	0			0	0	2	4	VI 2.1		
S	D			1	1			WE 2.1	Ventilador de Extracção 2.1	1	1	265	1	NULL	0			0	0	5	1	WE 2.1		
S	D			1	5			WE 2.2	Ventilador de Extracção 2.2	1	1	265	1	NULL	0			0	0	7	2	WE 2.2		
S	D			1	2			WE 2.2	Ventilador de Extracção 2.2	1	1	265	1	NULL	0			0	0	7	2	WE 2.2		
S	D			1	6			VI 2.3	Ventilador de Insuflação 2.3	1	1	265	1	NULL	0			0	0	8	6	VI 2.3		
S	D			1	3			WE 2.3	Ventilador de Extracção 2.3	1	1	265	1	NULL	0			0	0	9	3	WE 2.3		
E	D			1	4			VI 2.1	Ventilador de Insuflação 2.1	1	1	265	1	NULL	0			1	1	4	VI 2.1			
E	D			1	1			WE 2.1	Ventilador de Extracção 2.1	1	1	265	1	NULL	0			1	6	10	1	WE 2.1		
E	D			1	5			VI 2.2	Ventilador de Insuflação 2.2	1	1	265	1	NULL	0			1	7	11	5	VI 2.2		
E	D			1	2			WE 2.2	Ventilador de Extracção 2.2	1	1	265	1	NULL	0			1	8	12	2	WE 2.2		
E	D			1	2			VI 2.3	Ventilador de Insuflação 2.3	1	1	265	1	NULL	0			1	9	13	6	VI 2.3		
E	D			1	6			WE 2.3	Ventilador de Extracção 2.3	1	1	265	1	NULL	0			1	10	14	3	WE 2.3		
E	D			1	3			WE 2.3	Ventilador de Extracção 2.3	1	1	265	1	NULL	0			1	10	14	3	WE 2.3		
S	D			1	7			Corredor	Circuito de Iluminação 1	1	1	1	1	NULL	0			0	0	15	7	Corredor		
S	D			1	8			Corredor	Circuito de Iluminação 2	1	1	1	1	NULL	0			0	0	16	8	Corredor		
S	D			1	10			Corredor - S	Circuito de Iluminação 4	1	1	1	1	NULL	0			0	0	18	10	Corredor - S		
S	D			1	11			Corredor - S	Circuito de Iluminação 5	1	1	1	1	NULL	0			0	0	19	11	Corredor - S		
S	D			1	9			Hall - S	Circuito de Iluminação 3	1	1	1	1	NULL	0			0	0	17	9	Hall - S		
S	D			1	12			Sanitários - S	Circuito de Iluminação 6	1	1	1	1	NULL	0			0	0	20	12	Sanitários - S		
E	D			1	7			Corredor	Circuito de Iluminação 1	1	1	1	1	NULL	0			1	0	20	7	Corredor		
E	D			1	8			Corredor	Circuito de Iluminação 2	1	1	1	1	NULL	0			1	0	21	8	Corredor		
E	D			1	10			Corredor - S	Circuito de Iluminação 4	1	1	1	1	NULL	0			1	0	23	10	Corredor - S		
E	D			1	11			Corredor - S	Circuito de Iluminação 5	1	1	1	1	NULL	0			1	0	24	11	Corredor - S		
E	D			1	9			Hall - S	Circuito de Iluminação 3	1	1	1	1	NULL	0			1	0	22	9	Hall - S		
E	D			1	12			Sanitários - S	Circuito de Iluminação 6	1	1	1	1	NULL	0			1	0	22	12	Sanitários - S		

numero_actuador	id_tipo_actuador	id_rel_actuador_bo	id_rel_actuador_re	id_rele_actuador_l	numero_cabo_actu	cor_cabo_actuadc	id_borne_re	numero_entrada_b	numero_saida_bor	numero_borne_re	id_regua_e	id_rel_borne_re_re	id_borne_rc	numero_borne_rc	cabo_re_etiqueta	cabo_rc_etiqueta	cabo_rc_numero	cabo_re_cor	cabo_re_numero	cabo_re_cor	id_regua_e	id_es_controlador	es_es_controlador	ad_es_controlador	numero_es_contro	nome_es_controla	descricao_es_con	id_tipo_es_contro	id_controlador	codigo_controlado	es_utilizadas_ed	es_utilizadas_ea	es_utilizadas_sd	es_utilizadas_sa	es_maximo_ed	es_maximo_ea	es_maximo_eu	es_maximo_sd	es_maximo_sa	id_tipo_controlado
0	NULL	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2	WEA1			Wh	16	Br/Az	2	13	E	A	11	Temp. Amb. Piso 2 Poente		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
0	NULL	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	32	WED2			Br/Bn	A	Br/Az	1	9	E	D	24	Elevador 26 - Porta Aberta		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
0	NULL	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	34	WED2			Rd/Bu	B	Br/La	1	10	E	D	25	Elevador 26 - Avaria		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
0	NULL	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	36	WED2			vr	A	Br/Vd	1	11	E	D	26	Elevador 26 - Alarme Manual		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
0	NULL	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	38	WED2			Rd	D	Br/Cl	1	12	E	D	27	Elevador 26 - Cmd Bombeiros		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
0	NULL	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	14	WSD1			Bu	14	Vd/Pt	3	22	S	D	27	Valv. Sec. V3M - 9S1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
0	NULL	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	16	WSD1			Rd	16	Vd/Pt	3	23	S	D	28	Valv. Sec. V3M - 9S2D		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	1	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	WED1			Wh	11	Br/La	1	1	E	D	11	Vi 2.1 - Estado		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	2	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	WED1			Bn	21	Br/La	1	2	E	D	12	Vi 2.1 - Estado		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	3	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	WED1			Gn	31	Br/La	1	3	E	D	13	Vi 2.2 - Estado		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	4	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	WED1			Ye	41	Br/La	1	4	E	D	14	Vi 2.2 - Estado		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	5	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	WED1			Gv	51	Br/La	1	5	E	D	15	Vi 2.3 - Estado		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	6	NULL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	WED1			Pk	61	Br/La	1	6	E	D	16	Vi 2.3 - Estado		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	WSD1			Wh	1	Br/Az	3	14	S	D	11	Vi 2.1 - Comando		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	WSD1			Bn	2	Br/Az	3	15	S	D	12	Vi 2.1 - Comando		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6	WSD1			Gn	3	Br/Az	3	16	S	D	13	Vi 2.2 - Comando		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	8	WSD1			Ye	4	Br/Az	3	17	S	D	14	Vi 2.2 - Comando		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	10	WSD1			Gv	5	Br/Az	3	18	S	D	15	Vi 2.3 - Comando		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	12	WSD1			Pk	6	Br/Az	3	19	S	D	16	Vi 2.3 - Comando		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	WED2			Pk/Bn	10	Br/La	1	7	E	D	21	Iluminação - Estado 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	WED2			Pk/Bn	10	Br/La	1	7	E	D	21	Iluminação - Estado 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	WED2			Pk/Bn	10	Br/La	1	7	E	D	21	Iluminação - Estado 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	WED2			Pk/Bn	10	Br/La	1	7	E	D	21	Iluminação - Estado 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	WED2			Pk/Bn	10	Br/La	1	7	E	D	21	Iluminação - Estado 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	WED2			Pk/Bn	10	Br/La	1	7	E	D	21	Iluminação - Estado 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	WED2			Pk/Bn	10	Br/La	1	7	E	D	21	Iluminação - Estado 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	28	WED2			Gv/Bn	11	Br/La	1	8	E	D	22	Iluminação - Estado 2		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	2	2	2	Pk/Bn	10	Br/Az	3	20	S	D	21	Iluminação - Comando 1		1	1	CT92S	13	1	11	0			16	16	0	1
1	NULL	24	0	0	0	0	0																																	

Anexo B1

Entidades do modelo de dados do módulo de gestão de horários

Calendario	Calendário
id_calendario	Id do calendario
dia	Dia do Mês
mes	Mês
ano	Ano
semana	Número da Semana
dia_semana	Dia da Semana
feriado	Se é Feriado ou não
#id_tipo_epoca	Tipo de Época
Tipo_Epoca	Tipo de Época - Inverno/Verão e Férias/Aulas
id_tipo_epoca	Id do Tipo de época
nome	Nome do Tipo de época
descricao	Descrição do Tipo de época
No	No da árvore
id_no	Id do Nó da árvore
nome	Nome do Nó da árvore
pai (#id_arvore)	Pai do Nó
inverno	Se é considerado Inverno ou não
Grupo	Grupo de Equipamentos
id_grupo	Id do Grupo
nome	Nome do Grupo
inverno	Se é considerado Inverno ou não
Horario_Semanal	Horário Semanal
id_horario_semanal	Id do Horário Semanal
nome	Nome do Horário Semanal
padrão	Se é considerado Horário Semanal Padrão

Horario_Diario	Horário Diário
id_horario_diario	Id do Horário Diário
nome	Nome do Horário Diário
padrão	Se é considerado Horário Diário Padrão
Arranque	Blocos de arranque e paragem
id_arranque	Id do Bloco de arranque e paragem
inicio	Início
fim	Fim
Tipo_dia	Tipo de dia
id_tipo_dia	Id do Tipo de dia
nome	Nome do Tipo de dia

Anexo B2

Descrição textual dos casos de uso do módulo de gestão de horários

Nome do Caso de Uso
Atribuir Horário
Cenário Principal
<p>Este caso inicia-se quando o utilizador carrega em cima do nome de um grupo ou equipamento, o utilizador apenas visualiza os grupos ou equipamentos associados ao elemento que seleccionou. Estão também disponíveis, um local com os horários padrão existentes e ainda um local para comparação de horários onde estarão disponíveis, no bloco superior, o horário a ser atribuído e, no bloco inferior, o horário de comparação.</p> <p>O utilizador pode agora definir um horário para as seguintes modalidades: “Todas estações”, “Verão”, “Inverno”, “Todo o ano”, “Aulas”, “Férias” ou então definir as semanas a quais quer que o horário definido seja aplicado.</p>
Actores
Manutenção SiSTM ou Responsáveis
Cenário Alternativo 1 (Utilizador carrega no botão “Atribuir”)
O utilizador carrega no botão “Atribuir”, o horário é atribuído ao grupo/equipamento e o utilizador é redireccionado para o caso de uso “Consultar Grupos Pré-definidos”.
Cenário Alternativo 2 (Utilizador carrega no botão “Guardar”)
O utilizador carrega no botão “Guardar”, tem a possibilidade de atribuir um nome ao horário, guardando o mesmo como horário padrão.

Nome do Caso de Uso
Definir Calendário
Cenário Principal
Este caso inicia-se quando o utilizador entra na secção definir calendário, o utilizador vai então enfrentar um calendário onde pode definir, férias, feriados e ainda dias especiais. Seleccionando uma das três opções anteriores, o utilizador poderá assinalar no calendário, com apenas um clique, o que desejar. No caso dos dias especiais, o utilizador pode seleccionar um dia especial que esteja presente no sistema. Caso queira anular alguma marcação basta seleccionar, a opção respectiva e clicar no dia que deseja anular.
Actores
Manutenção SiSTM, Responsáveis STM ou Técnicos SGT
Cenário Alternativo 1 (Utilizador carrega no botão “Carregar”)
O utilizador carrega no botão “Carregar”, pode então carregar um calendário já definido.
Cenário Alternativo 2 (Utilizador carrega no botão “Guardar”)
O utilizador carrega no botão “Guardar”, pode então guardar as definições do calendário.

Nome do Caso de Uso
Consultar Grupos
Cenário Principal
Este caso inicia-se quando o utilizador entra na secção horários, o utilizador pode visualizar, em forma de árvore, um grupo pré-definido de equipamentos consoante as suas características de família e local servido. Aqui o utilizador pode ver os horários que estão definidos e ainda activar a época (inverno ou verão).
Actores
Manutenção SiSTM, Responsáveis STM ou Técnicos SGT
Pontos de Extensão
Atribuir Horário, Definir Grupos, Remover Grupos
Cenário Alternativo 1 (Utilizador carrega no nó de um grupo)
O utilizador carrega no nó de um grupo referente ao caso de uso “Atribuir Horário”.
Cenário Alternativo 2 (Utilizador carrega no botão “Criar Grupo”)
O utilizador carrega no botão “Criar Grupo” referente ao caso de uso “Definir Grupo”.
Cenário Alternativo 3 (Utilizador carrega no botão “Remover Grupo”)
O utilizador carrega no botão “Remover Grupo” referente ao caso de uso “Remover Grupo”.

Nome do Caso de Uso
Definir Grupos
Cenário Principal
<p>Este caso inicia-se quando o utilizador carrega no botão “Criar Grupo”, a mesma estrutura de grupos pré-definidos irá ser mantida, desaparecendo as indicações de horários atribuídos e da época. Agora no último nó dos grupos, referentes aos equipamentos, irá aparecer um local com o nome “grupo” onde o utilizador pode seleccionar os equipamentos que irão fazer parte do grupo que vai ser criado.</p> <p>O utilizador tem ainda a possibilidade de atribuir um nome ao grupo, caso não seja atribuído nenhum nome, o grupo terá um nome pré-definido.</p>
Actores
Manutenção SiSTM, Responsáveis STM, Técnicos SGT ou Técnicos SGM

Nome do Caso de Uso
Atribuir Horário
Cenário Principal
<p>Este caso inicia-se quando o utilizador carrega no nó referente ao de equipamentos a que deseja atribuir o horário, o utilizador apenas visualiza os grupos ou equipamentos associados ao elemento que seleccionou. Estão também disponíveis, um local com os horários padrão existentes e ainda um local para comparação de horários onde estarão disponíveis, no bloco superior, o horário a ser atribuído e, no bloco inferior, o horário de comparação.</p> <p>O utilizador pode agora definir um horário para as seguintes modalidades: “Todas estações”, “Verão”, “Inverno”, “Todo o ano”, “Aulas”, “Férias” ou então definir as semanas a quais quer que o horário definido seja aplicado.</p>
Actores
Manutenção SiSTM, Responsáveis STM ou Técnicos SGT

Referências

- [1] *Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização em Edifícios*, Decreto-lei nº79/2006, Abril de 2006
- [2] *SIGINTE - Manual de Operação*, Janeiro de 2001
- [3] Amir Hassan Bahmani, Mahmoud Naghibzadeh, Behnam Bahmani, *Automatic Database Normalization And Primary Key Generation*
- [4] Alberto Silva, Carlos Videira, *UML Metodologias e Ferramentas CASE*, 2001
- [5] Ednei Braga, Paulo Henrique, Thiago Borges, Wallace Gomes, *Webservices: Conceitos e Práticas de Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas*
- [6] <http://www.w3.org/> acedido, pela primeira vez, em 11/11/2009
- [7] ARC Informatique, *SV Web Services Toolkit Developer's Manual*, Setembro de 2008
- [8] <http://www.fe.up.pt/> acedido, pela primeira vez, em 05/10/2009
- [9] *Sistema de Gestão Técnica Centralizada*, Fac. Eng. Univ. Porto, Telas Finais, 2003
- [10] Henry Mintzberg, *The Structuring of Organizations*, 1979
- [11] Russ Miles, Kim Hamilton, *Learning UML 2.0*, 2006
- [12] Peter DeBetta, *Introducing Microsoft SQL Server 2005 for developers*, 2005
- [13] Matthew MacDonald, *Beginning ASP.NET 3.5 in C#*, 2008
- [14] ARC Informatique, *PC Vue Getting Started*, Abril de 2005
- [15] José Ramalho, Pedro Henriques, *XML e XSL da Teoria à Prática*, Abril de 2001